

Tiedekunta Arkkitehtuurin yksikkö	Koulutusohjelma Arkkitehtuurin maisteriohjelma
Tekijä Valtteri Alakärppä	Työn ohjaaja Prof. Matti Sanaksenaho
Työn nimi Puurakenteinen monitoimitalo Oulun Hollihakaan	
Tiivistelmä <p>Suunnitelmapainotteinen diplomityöni on kannanotto suomalaiseen urheiluhallirakentamiseen sekä Oulun tämänhetkiseen palloiluhallitilanteeseen. Työ ei perustu toimeksiantoon tai oikeaan hankkeeseen. Työssäni pyrin löytämään uuden modernin vaihtoehdon purettavalle Urheilutalolle Oulun Hollihaassa. Tavoitteeni on luoda puurakenteinen nykyaikainen rakennus, joka kykenee vastamaan monipuolisesti eri urheilulajien ja tapahtumien vaatimuksiin.</p> <p>Diplomityön kirjallisessa osassa käsittelen puurakenteisia urheilurakennuksia Suomen ulkopuolelta sekä käyn läpi muutamia Oulun alueen palloiluhalleja. Lisäksi tarkastelen puun soveltuvuutta urheiluhallirakentamiseen, ja syvennyn hieman algoritmiavusteiseen suunnitteluun ja tuotantoon. Viimeisessä osassa esittelen suunnittelemani puurakenteisen monitoimirakennuksen.</p>	
Muuta tietoa Selostusosien merkkimäärä yhteensä: 44 147	

# PUURAKENTEINEN MONITOIMITALO OULUN HOLLIHAKAAN

## **DIPLOMITYÖ**

Valtteri Alakärppä

pääohjaaja Matti Sanaksenaho

## Tiivistelmä

Suunnitelmapainotteinen diplomityöni on kannanotto suomalaiseen urheiluhallirakentamiseen sekä Oulun tämänhetkiseen palloiluhallitilanteeseen. Työ ei perustu toimeksiantoon tai oikeaan hankkeeseen. Työssäni pyrin löytämään uuden modernin vaihtoehdon purettavalle Urheilutalolle Oulun Hollihaassa. Tavoitteeni on luoda puurakenteinen nykyaikainen rakennus, joka kykenee vastamaan monipuolisesti eri urheilulajien ja tapahtumien vaatimuksiin. Diplomityön kirjallisessa osassa käsittelen puurakenteisia urheilurakennuksia Suomen ulkopuolelta sekä käyn läpi muutamia Oulun alueen palloiluhalleja. Lisäksi tarkastelen puun soveltuvuutta urheiluhallirakentamiseen, ja syvennyn hieman algoritmiavusteiseen suunnitteluun ja tuotantoon. Viimeisessä osassa esittelen suunnittelemani puurakenteisen monitoimirakennuksen.

SISÄLTÖ

Tiivistelmä.....3

Johdanto.....7

1. TAUSTAA.....9

1.1 Puurakenteisia urheiluhalleja maailmalta.....10

1.2 Oulun liikuntahallit.....24

1.3 Monitoimitalo nykyään.....32

1.4 Lajiesittely.....36

1.5 Puu urheiluhallin rakennusmateriaalina.....38

2. ALGORITMINEN SUUNNITTELU PUURAKENTEISSA .....43

2.1 Esimerkkikohteita.....44

2.2 Suunnittelu.....48

2.3 Tuotanto.....50

3. SUUNNITELMA.....53

3.1 Paikan analyysi.....54

3.2 Puisto Areena.....65

3.3 Sijainti.....66

3.4 Toiminnallisuus ja tilaohjelma.....68

3.5 Pohjat.....70

3.6 Areenan käyttökaaviot.....74

3.7 Julkisivut ja leikkaukset.....76

3.9 Runko.....86

3.10 Detaljit.....88

Lopuksi.....93

Lähteet.....94



## Johdanto

Diplomityöni tavoitteena on luoda moderni ratkaisu vuonna 1962 rakennetulle Oulun Urheilutalolle, jota on suuren korjausvelan vuoksi esitetty purettavaksi. Parhailaan rakennettavan Ouluhallin laajennuksen valmistuttua myös Värtön liikuntahalli poistuu käytöstä. Seurauksena Oulun alueelle syntyy vaje palloiluhalleista, jota yksi laajennushalli ei mielestäni pysty kattamaan, sillä kasvavien harrastajamäärien myötä treenivuoroista on ollut pulaa jo ennen hallien sulkemista. Oulun kaupunkistrategiassa 2020<sup>1</sup> yhdeksi tavoitteeksi on listattu kuntalaisten liikunnallisen ja terveen elämäntavan vahvistaminen. Pitkäaikaisena salibandyn harrastajana näkemykseni on, että laadukkaiden peli- ja harjoittelukenttien saatavuuden turvaaminen kaikille ikään ja sarjatasoon katsomatta tukee merkittäväällä tavalla myös tätä tavoitetta. Urheilutalolla on varsin pitkä historia Oulun urheilutapahtumien ja muiden tilaisuuksien näyttämönä. Uskon vahvasti, että päivitetylle Urheilutalolle olisi edelleen käyttöä, sillä nykyinen Urheilutalo on urheiluseurojen, kuntoilijoiden ja lähialueen koulujen aktiivisessa käytössä. Työssäni haluan panostaa laadukkaisiin ratkaisuihin urheilijoiden näkökulmasta tinkimättä kuitenkaan yleisön ja muiden monitoimitalon käyttäjien viihtyvyydestä. Lisäksi tavoitteenani on luoda helppokäyttöistä ja muuntojoustavaa tilaa erilaisten tapahtumien järjestämiseen. Arkkitehtuurissa tavoitteenani on suunnittelualueen historiaa kunnioittaen luoda näyttävällä puurakenteisella monitoimirakennuksella Hollihakaan lisää vetovoimaa. Vaikutteita työhöni olen saanut muun muassa japanilaisesta puuarkkitehtuurista, ja kenties suurin yksittäinen vaikuttaja innostukseni syttymiseen puuarkkitehtuuria kohtaan on ollut arkkitehti Kengo Kuma. Hänen töissään ja rakenteellisissa ratkaisuissaan yhdistyvät puun kauneus ja monikäyttöisyys rakennusmateriaalina. Näitä asioita haluan tuoda esiin myös omassa työssäni.

“ Liikuntapaikkarakentaminen on parhaimmillaan ympäristö- ja rakennustaidetta, joka luo hyvät edellytykset liikunnan monipuoliseen harrastamiseen, ottaen huomioon ympäristönsä kestävä kehityksen periaatteet ja luo samalla esteettistä iloa liikkujille.

*Kalevi Kivistö, Suomen liikuntapaikat, 2000*

## 1. TAUSTAA

## 1.1 Puurakenteisia urheiluhalleja maailmalta

### **Clamart Sport Center**

Ranska, Clamart, 2016

Gaëtan Le Penhuel Architects

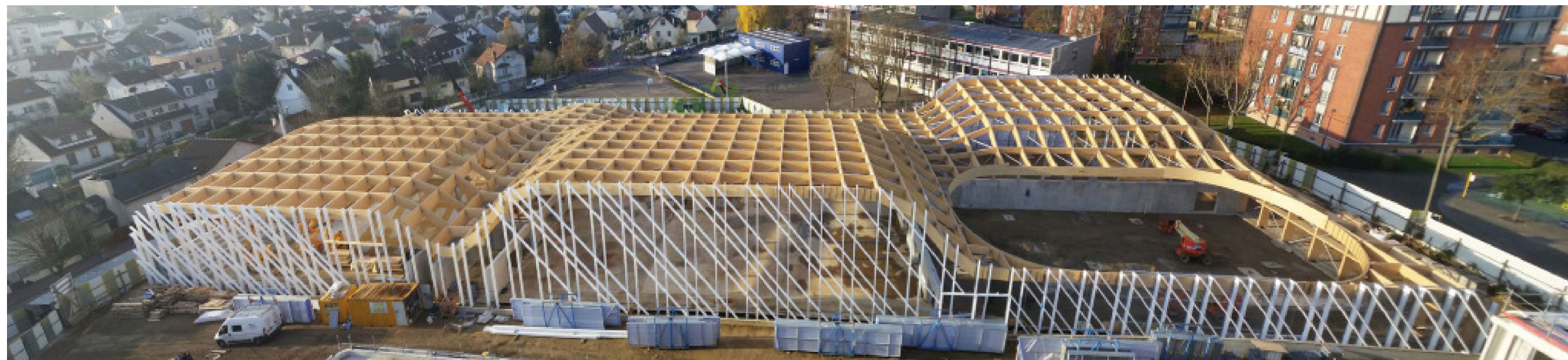
Ranskassa Clamartin kunnassa sijaitseva liikuntakeskus on nykyaikainen taidonnäyte puun soveltuvuudesta suurten pinta-alojen kattamiseen luoden samalla vaikuttavaa arkkitehtuuria. Rakennus on kooltaan noin 130 metriä x 40 metriä ja pohjapinta-alaltaan 5200 neliömetriä. Urheilukeskuksen yleisurheilualue, kuntosali, kamppailulajisali sekä tenniskenttä sijoittuvat kaikki yhteen tasoon. Runkorakenne perustuu kertopuusta valmistettuun arinarakenteeseen, jota vinojäykisteet tukevat. Suomalainen puutuotteita valmistava Metsä Wood toimitti projektin puurakenteet, joiden suunnittelu vaati arkkitehtien mukaan tuhansia työtunteja. Tarkan 3D-mallinnuksen avulla vaativat kaksoiskaarevat muodot, liitokset ja pitkät jännevälit saatiin kuitenkin hallintaan.<sup>1</sup>



Kuva 1. ©Sergio Grazia

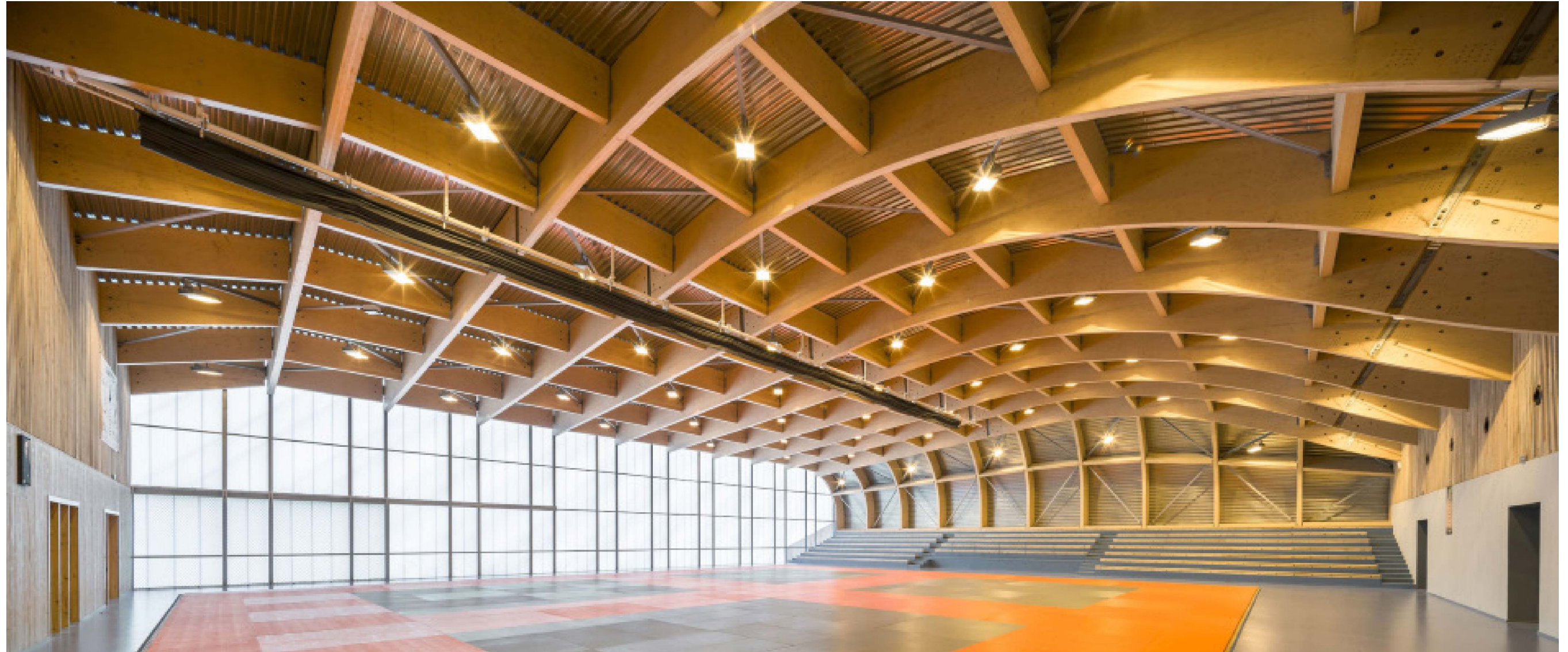
<sup>1</sup> URL <http://www.multivu.com/players/uk/7875652-metsa-wood-urban-sports-centre-curves/docs/finnish-1791214059.pdf>





Kuva 2. ©Sergio Grazia





Kuva 3. ©Sergio Grazia



### **Gymnasium Régis Racine**

Ranska, Drancy, 2011

Atelier d'Architecture Alexandre Dreyssé

Koillis-Pariisissa sijaitsevassa urheiluhallissa puurakenteita ei ole käytetty yhtä kokonaisvaltaisesti kuin edeltävässä esimerkissä, mutta liikuntasalin runkorakenteissa risteävät liimapuupalkistot luovat persoonallista arkkitehtuuria saaden aikaan lähes kirkkomaisen vaikutelman. Rakennus sijaitsee asuntojen ympäröimällä tontilla, joten asukkaiden yksityisyyden säilyttämiseksi julkisivuja on aukotettu erittäin säästeliäästi. Pääsalissa katto on avattu keskeltä polykarbonaattilevyillä, jolloin pehmeä luonnonvalo valaisee saliin päiväsaikaan. Liikuntahalleihin tutustuessani kyseinen kohde oli yksi harvoista, joissa on käytetty ylävaloa pääasiallisena luonnonvalon lähteenä.<sup>2</sup>



Kuva 4. ©Clément Guillaume

<sup>2</sup> <https://www.archdaily.com/304603/gymnasium-regis-racine-atelier-darchitecture-alexandre-dreyse>



Kuva 5. ©Clément Guillaume



Kuva 6. ©Clément Guillaume



### **Gammel Hellerup Sports Hall**

Tanska, Hellerup, 2014

BIG

Hellerupin lukion liikuntasalilaajennus on sijoitettu ahtaan tontin vuoksi maan alle ympäröivien rakennusten keskelle. Näin se on osa koulukorttelia, mutta ei kuitenkaan estä pihan näkymiä. Tontilla käytettävissä oleva tila on hyödynnetty tehokkaasti ja olemassa olevia rakennuksia kunnioittaen. Salin katto on muotoiltu heitetyn pallon kaaren mukaan, jolloin liikuntasalissa on korkeussuunnassa tilaa siellä missä sitä todennäköisimmin tarvitaan. Katon runkorakenne muodostuu yksilöllisistä kaarevista liimapuupalkeista. Maan-pinnalla puuverhoiltu katto luo vapaamuotoisen oleskelualueen oppilaille.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> URL <https://www.archdaily.com/412908/gammel-hellerup-gymnasium-big>

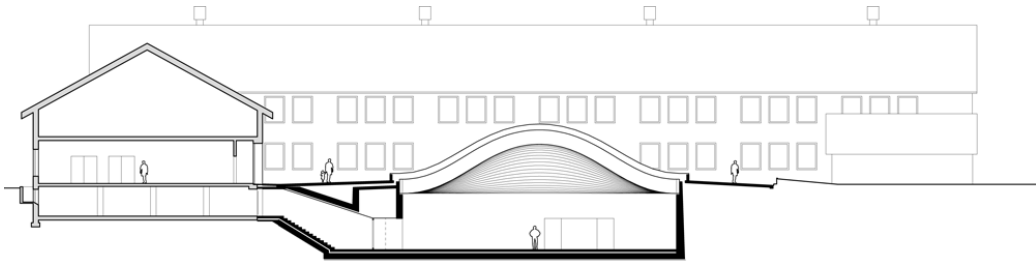


Kuva 7. ©Rasmus Hjortshøj





Kuva 8. ©Rasmus Hjortshøj



Kuva 9. ©BIG



Kuva 10. ©BIG

## 1.2 Oulun liikuntahallit

Tässä kappaleessa esittelen lyhyesti muutamia Oulussa tällä hetkellä toimivia liikuntahalleja toimintoihseen. Oulun kaupungin omistuksessa on myös muita palloiluhalleja, mutta ne sijaitsevat suhteellisen kaukana keskusta-alueen ulkopuolella eikä niiden esittely siksi ole tässä yhteydessä olennaista. Seuraavat hallit ovat kaikki soveltuvia sisäpalloilulajien pelaamiseen, mikä on tärkeää vertaillenani kohteita omaan työhöni.

### ***Linnanmaan liikuntahalli, 1992***

Arkton

Linnanmaan liikuntahalli sijaitsee Oulun Linnanmaalla yliopistokampuksen läheisyydessä muutaman kilometrin päässä keskustasta. Hallissa voidaan harrastaa salibandya, koripalloa, kuntosaliharjoittelua, lentopalloa, musiikkiliikuntaa, sulkapalloa ja telinevoimistelua. Salin korkeus on 12,5 metriä, leveys 26,5 metriä, pituus 55 metriä ja lattiamateriaalina joustoparketti. Tapahtumien järjestäjillä on mahdollisuus pitää kahvilaa hallin tiloissa. Lisäksi hallista löytyy kokoustilat 20:lle henkilölle. Aiemmin muun muassa salibandyseura OLS:n edustusjoukkue pelasi kotiottelunsa Linnanmaalla. <sup>4</sup>

<sup>4</sup> URL <https://www.ouka.fi/oulu/liikunta-ja-ulkoilu/linnanmaan-liikuntahalli#>



Kuva 11. Linnanmaan liikuntahalli



## **Ouluhalli, 1986**

Arkkitehtitoimisto Risto Harju

Oulun Raksilassa sijaitsevassa Ouluhallissa järjestetään vuosittain suuren kokoluokan messuja, musiikkitapahtumia sekä kansallisia ja kansainvälisiä urheilutapahtumia. Hallin suuri koko mahdollistaa korkeutta vaativien urheilulajien pelaamisen. Rakennuksen massiivisuuden lisäksi sen sijainti moottoritien läheisyydessä tekee siitä kaupunkikuvallisesti merkittävän. Halkaisijaltaan kupolirakenne on 115 metriä ja lakipisteessä korkeutta on peräti 24 metriä. Sen runko on valmistettu esivalmistetuista liimapuusegmenteistä yhdistettynä betonirakenteisiin.<sup>5</sup> Ouluhallin katso-motilat kattavat 800 istumapaikkaa kiinteässä katsomossa, ja 700 paikkaa lisäkatsomossa. Tarpeen vaatiessa rakennukseen mahtuu yleisöä jopa 7000 henkilöä.<sup>6</sup> Parhailaan Ouluhalli on peruskorjauksessa, jonka yhteydessä hallin kylkeen rakennetaan laajennusosa. Uudisrakennukseen tulee muun muassa 1500 katsojan pääsarjatason palloilusali, voimistelusalisa ja tanssisali.<sup>7</sup>



Kuva 12. Ouluhalli

<sup>5</sup> OULU, Tilakeskus, Ouluhallin peruskorjaus ja laajennus, suunnittelukutsukilpailun kilpailuohjelma, PDF

<sup>6</sup> URL <https://visitoulu.fi/tuote/ouluhalli/>

<sup>7</sup> URL <http://www.kontukoski.fi/portfolio/items/ouluhallin-laajennus/>

### **Kastellin monitoimitalo, 2014**

Lahdelma & Mahlamäki

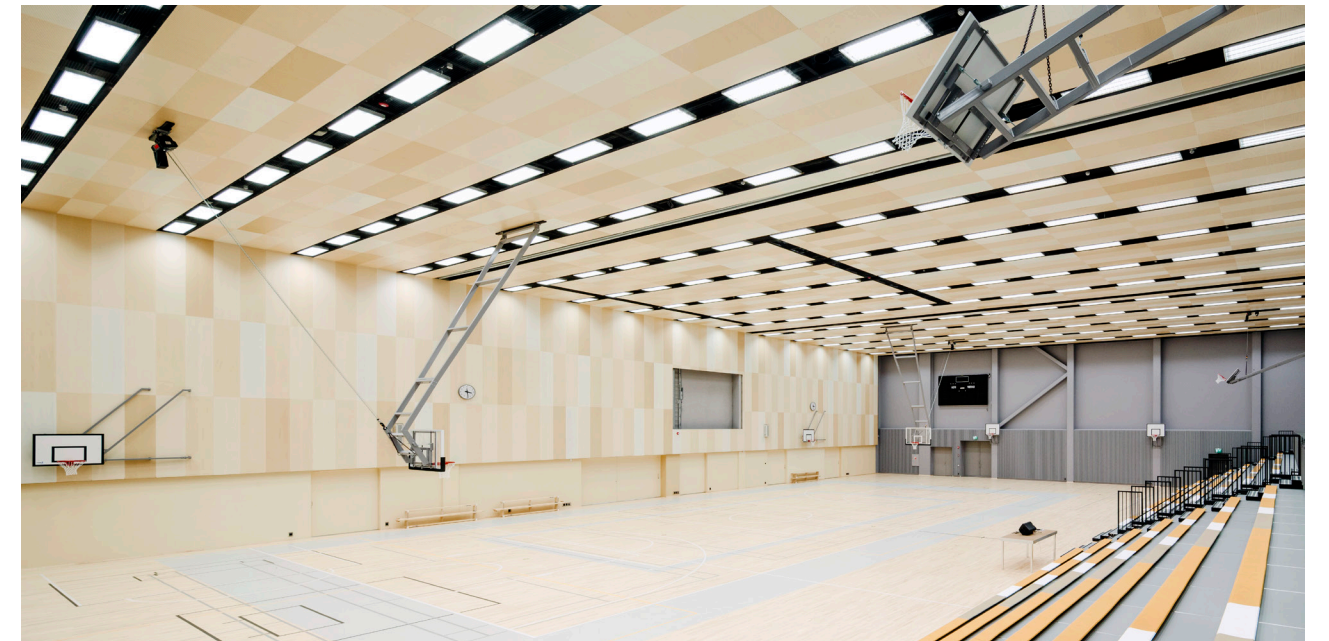
Kastellin kaksikerroksiseen monitoimitaloon sijoittuvat päiväkotia, aamu- ja iltapäivähoito, yhtenäisperuskoulu, lukio, aikuislukio, kirjasto, nuorisotilat, auditorio sekä kattavat liikuntatilat. Arkisin tiloja käyttää noin 1500 lasta ja nuorta ja rakennuksen kerrosala on lähes 25 000 neliömetriä.<sup>8</sup> Monitoimitalon kilpasali on kooltaan noin 1600 neliömetriä ja sen vapaa korkeus on 10 metriä, pituus 47 metriä ja leveys 21 metriä. Kilpasali on tarkoitettu salibandyn, lentopallon, sulkapallon ja koripallon pelaamiseen. Katsomopaikkoja löytyy yhteensä 800, joista 300 on kiinteitä paikkoja, ja loput koottavassa teleskoopipikatsomossa. Kilpasalin lisäksi rakennuksesta löytyy myös kaksi pienempää salia, jotka ovat koululaisten, harrastajien ja joukkueiden aktiivisessa käytössä. Rakennus on voittanut muun muassa Suomen rakennusinsinöörien liiton vuosittain jaettavan RIL-palkinnon vuonna 2014.<sup>9</sup> Kastellin monitoimitalon kilpasali on tällä hetkellä Oulun alueen sisäpalloilulajien pääareena, jossa esimerkiksi edellä mainittu OLS pelaa tällä hetkellä salibandyliigan kotiotte- lunsu. Lisäksi salissa pelataan naisten salibandyliigaa sekä alempien sarjojen otteluita. Lattia on parkettia, kuten Linnanmaan liikuntahallissa, ja salibandyot- teluita varten sen päälle onkin asennettava siirrettävä matto, jonka asennus ja poistaminen aiheuttavat luonnollisesti hieman lisätyötä hallin käyttäjille.

<sup>8</sup> URL <https://lma.fi/fi/projektit/kastelli-school-and-community-centre>

<sup>9</sup> URL <https://www.yit.fi/projektit/kastellin-monitoimitalo>



Kuva 13. ©Kuvio



Kuva 14. ©Kuvio



### **Oulun urheilutalo, 1962**

*Uki Heikkinen*

Urheilutalo sijaitsee Oulun Hollihaan puiston laidalla loistavalla sijainnilla kaupungin keskustan läheisyydessä. Se rakennettiin aikoinaan lähes kokonaan talkoovoimin Oulun Pyrinnön tarpeisiin, jonka jäsenmäärä oli tuohon aikaan kovassa kasvussa. Rakennus muodostuu kahdesta selkeästi erottuvasta osasta, joista pohjoispäädyn matalaan osaan sijoittuvat muun muassa kuntosali, toimistohuoneita sekä muita rakennusta palvelevia tiloja. Korkeampi ja hallitsevampi osa pitää sisällään pääsalin katsomoineen.<sup>10</sup> Salin vapaa korkeus on noin 9 metriä, leveys 20 metriä ja pituus 37 metriä. Lattiamateriaalina on joustoparketti, joten parhaiten sali soveltuu koripallon ja futsalin pelaamiseen. Salista löytyy katsomopaikat 700 henkilölle, jotka on sijoitettu kiinteinä rakenteina molemmille pitkille sivuille. Vastakkain sijaitsevat katsomot luovat urheilutapahtumissa halliin upean tunnelman niin pelaajille kuin yleisöllekin. Palloilusalin ja kuntosalin lisäksi urheilutalolta löytyy 245 neliömetrin peilisali tanssiin ja aerobicharjoitteluun.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> URL <https://www.ouka.fi/oulu/liikunta-ja-ulkoilu/urheilutalo>

<sup>11</sup> Niskala & Okkonen, 2009, *Uki Arkkitehdit: Huomisen tekijät, Uki arkkitehdit, 2009*



Kuva 15. Urheilutalo

### 1.3 Monitoimitalo nykyään

Moderni monitoimitalo voi pitää sisällään lähes kaikkea urheilusta kulttuuriin ja opetustiloista liiketiloihin. Viime vuosien trendi on ollut uusien koulukeskusten nimeäminen monitoimitaloiksi.<sup>12,13,14</sup> Edellä esittelin Kastellin monitoimitalon, jossa saman katon alla toimivat muun muassa päiväkotia, kaksi lukiota, kirjasto ja laadukkaat urheilutilat koulun oppilaille sekä kaupungin urheiluseuroille. Yleensä koulujen liikuntasaleja käytetään aktiivisesti koulutoiminnan ulkopuolella harraste- ja kilpaurheilukäytössä sekä erilaisten tapahtumien järjestämiseen, jolloin rakennuksen nimeäminen monitoimitaloksi on perusteltua. Monitoimitalo voi myös sisältää ainoastaan sisäliikuntatiloja, kuten esimerkiksi Jyväskylän monitoimitalossa, joka on suunniteltu vain urheilukäyttöön.<sup>15</sup> Omassa luokassaan ovat Hartwall Areenan ja Tampereelle kaavaillun Kannen areenan kokoluokan valtavat monitoimiareenat, jotka on suunniteltu valtaville yleisömäärille ja jotka kykenevät muuntautumaan lähes rajattomasti. Kaikkia edellä mainittuja kohteita kuitenkin yhdistää pyrkimys tehokkuuteen. Rakennuksen käyttöaste halutaan maksimoida mahdollisimman monella eri käyttötarkoituksella, olipa kyseessä sitten mahdollisuus pelata monia eri pallopelejä samalla kentällä,

tai kyky muuntautua yhdessä yössä jääkiekkoareenasta konserttitaloksi.<sup>16</sup> Nykyaikaisen monitoimihallin täytyy siis olla muunneltavissa erilaisiin tilaisuuksiin myös urheilukäytön ulkopuolella. Rakennus tulee suunnitella siten, että tilaa voidaan varsin nopealla aikataululla käyttää esimerkiksi konsertteihin, iltajuhlisiin ja messutapahtumiin. Tapahtuman jälkeen areenan pitää kuitenkin olla mahdollisimman nopeasti valmiina palvelemaan urheilijoita, ja siksi jo suunnitteluvaiheessa on huomioitava logistiikkaan ja tapahtumien rakentamiseen sekä purkamiseen liittyvät haasteet. Esimerkiksi konserttien lavarakenteet, valot, äänentoisto ja mahdolliset led-näytöt vaativat ympärilleen tilaa etenkin rakennusvaiheessa. Lisäksi suuret yhtäaikaisten ihmisvirrat tapahtumien alkaessa ja päättyessä vaativat rakennukselta väljyyttä sekä kykyä palvella vierailijoita sujuvasti. Vaatesäilytyksen ja WC-tilojen on oltava mitoitettu siten, että merkittävää ruuhkaa ei pääse syntymään. Monitoimitalojen katsomorakenteet toteutetaan nykyään pääasiassa siirto- ja teleskooppikatsomoina. Katsomot voidaan kasata pieneen tilaan, jolloin areenan lattiapinta-alaa saadaan kasvatettua ja otettua hyötykäyttöön sekä arkikäytössä, että suuremmissa tapahtumissa.



Kuva 16. ©Adam Mørk

#### **Royal Arena**

*Tanska, Kööpenhamina, 2017*

3XN, HKS

Vierailin hetki sitten Kööpenhaminan Royal Areenalla, joka on lähes uusi konsertti- ja urheilukäyttöön tarkoitettu monitoimiareena. Rakennus sijaitsee hyvien kulkuyhteyksien varrella metroaseman vieressä muutaman kilometrin päässä ydinkeskustasta.<sup>17</sup> Olin itse paikan päällä todistamassa 17 000 henkilön konserttia ja tapahtumasta jäi erittäin positiivinen vaikutelma - ei ainoastaan huikean konsertin vaan myös tyylikkään ja hyvin toimivan tapahtumapaikan ansiosta. Areenan käytävät olivat tarpeeksi väljät ja helposti kuljettavat valtavalle yleisömäärälle.

Lisäksi eri toiminnot, kuten narikkatilat, wc:t ja myymälät olivat luontevilla paikoilla pääkäytävien varrella. Konsertin loputtua uloskäyntien kapasiteetti oli kovilla yleisön yhtäaikaisen poistumisen takia, mutta ihmisvirrat liikkuvat silti sujuvasti rakennuksesta ulos. Vaikka oma projektini on mittakaavaltaan Royal Areenaa pienempi, pyrin silti luomaan yleisölle samanlaisen sujuvan ja vaivattoman käyttökokemuksen.

<sup>12</sup> URL <https://www.projektuutiset.fi/hiukkavaaran-monitoimitalo/>

<sup>13</sup> URL <https://yle.fi/uutiset/3-10340806>

<sup>14</sup> URL <https://www.projektuutiset.fi/ounasrinteen-monitoimitalo/>

<sup>15</sup> URL <https://www.jyvaskyla.fi/toimipaikat/monitoimitalo>

<sup>16</sup> URL <https://hartwallarena.fi/fi/vierailijat/tapahtumat>

<sup>17</sup>





Kuva 17. ©Adam Mork

Royal Areenan tapahtumakäyttöä tukevat suunnitteluratkaisut näkyvät selkeästi myös areenan puolella. Kiinteät katsomot on sijoitettu vain kolmelle sivulle, jolloin toisen päätykatsomon alue on varattu konserttien lavarakenteille ja tekniikalle. Kaikilta istumapaikoilta on täysin esteetön näkymä lavan suuntaan. Tarvittaessa esiintymislavalle varattu alue voidaan kuitenkin ottaa yleisön käyttöön siirtokatsomoilla, jolloin areenan katsomokapasiteetti kasvaa huomattavasti.<sup>18</sup> Tällaista ratkaisua käytän myös omassa työssäni, jolloin konserttien ja muiden tapahtumien järjestäminen rakennuksessa on käytännöllisempää.

<sup>18</sup> URL <https://www.visitcopenhagen.com/kobenhavn/planlaeg-din-tur/royal-arena-gdk1087693>



Kuva 18. ©Adam Mork



Kuva 19. ©Adam Mork



## 1.4 Lajiesittely

Tässä kappaleessa esittelen salibandya ja lajin vaatimuksia, mikä helpottaa lukijaa ymmärtämään tiettyjä suunnitteluratkaisuja myös omassa työssäni. Salibandy on kasvava palloilulaji, joka on sähköstä jalostettu harraste- ja kilpaurheilumuoto. Tällä hetkellä Suomessa rekisteröityneitä harrastajia löytyy noin 65 000, ja salibandyn lisenssipelaajien määrät ovat viime vuosina olleet lähes samoissa lukemissa jääkiekon kanssa. Edelle kiilaavat vain jalkapallo ja golf. Kilpapelaaajien lisäksi harrastepelaajia löytyy satoja tuhansia. Salibandya pelataan sisätiloissa 15-20 hengen joukkueilla sisäkentällä 0,5 metriä korkeassa kaukalossa, joka on kooltaan 40 x 20 metriä. Ylimmillä sarjatasoilla pelialustan vaatimuksena on synteettinen pistejoustava Taraflex-mattoalusta, jota voidaan käyttää myös esimerkiksi futsalin ja käsipallon pelaamiseen. Parketti ja muut aluejoustavat kovapintaiset lattiamateriaalit soveltuvat heikosti salibandyyn. Pelin nopean luonteen vuoksi kentällä sattuu väistämättä vauhdikkaita tilanteita laitojen lähellä, joten turvaetäisyyksien on oltava riittävät pelaajien turvallisuuden varmistamiseksi. Suositeltavat turvaetäisyydet kaukalon reunoista ovat 1,5 -2 metriä.<sup>19</sup> Viime vuosina taistelut lajin maailmanmestaruudesta on käyty ainoastaan Suomen ja Ruotsin välillä, mutta pitkäjänteisen kehitystyön tuloksena muun muassa Sveitsi ja Tšekki alkavat olla varteenotettavia maita haastamaan lajin suurmaat lähitulevaisuudessa.<sup>20</sup>

<sup>19</sup> URL <https://salibandy.fi/salibandy-info/lajiesittely/salibandyn-esittely/>  
<sup>20</sup> Ibid.



Kuva 20. © Lassi Karvonen



## 1.5 Puu urheiluhallin rakennusmateriaalina

Puurakentamisella on Suomessa varsin pitkä historia, mikä perustuu puun lukemattomiin hyviin ominaisuuksiin ja sen rajattomaan saatavuuteen Suomessa. Puu soveltuu sekä pienen että suuren mittakaavan rakentamiseen, sillä suurtenkin puurakenteiden esivalmistaminen, kuljetus ja asentaminen on helppoa. Monet puurakenteet ovat taloudellisesti esimerkiksi betonirakenteita edullisempia. Haasteita suunnittelijoille ja rakentajille puurakenteissa aiheuttavat muun muassa puun palavuus ja kosteuseläminen. Liiallinen kosteus aiheuttaa puun lahoamista, mikä taas heikentää merkittävästi puun lujuusominaisuuksia.<sup>21</sup> Puu on anisotrooppinen materiaali, jolloin sen ominaisuudet ovat erilaiset pituus- ja poikkisuunnissa. Tästä johtuen puun kosteuseläminen ei ole tasaista, mikä on syytä huomioida rakentamisessa. Puun kuivuesssa se kutistuu epätasaisesti, mikä voi aiheuttaa suuren puutavaran halkeilua. Hygroskooppisena eli vettä imevänä ja luovuttavana aineena puu hengittää, jolloin se kykenee siirtämään kosteutta rakenteiden läpi. Puset pintamateriaalit kykenevät imemään huoneilmasta kosteutta, mikä tasaa huoneen kosteusvaihteluita.<sup>22</sup> Palotilanteessa puu syttyy yleensä noin 250 - 300 celsiusasteessa, jolloin puun hiiltyminen etenee massiivipuussa noin 0,8 millimetrin minuuttivauhdilla (liimapuussa 0,7 mm/min). Tällä perusteella kantavia puurakenteita voidaan mitoittaa

kestämään palotilanteessa määräysten vaatiman ajan.<sup>23</sup> Syntynyt hiilikerros suojaa puuta palotilanteessa, jolloin erillistä palosuojasta ei tarvita. Palolle alttiit teräslitokset kantavissa rakenteissa voidaan myös suojata puulla samalla periaatteella. Puun syttymisherkkyyttä kasvattavat muun muassa tiheyden ja kosteuden väheneminen, sekä halkeamat, säröt ja epätasainen pinta.<sup>24</sup> Puun palonkestoa voidaan parantaa myös kemiallisesti ja erilaisilla pinnoitteilla. Palosuojaverhous voidaan toteuttaa ruiskutettavalla, siveltävällä tai levymäisellä suojauksella. Palonestomaalit laajenevat palon vaikutuksesta ja muodostavat vaahtomaisen puuta suojaavan kerroksen, jolla puupinnan palonkestoa saadaan lisättyä 10-15 minuuttia.<sup>25</sup> Puu on uusiutuva ja puhdas materiaali, joka ei haihduta terveydelle vaarallisia yhdisteitä. Se sitoo ilmasta hiilidioksidia ja on täysin kierrätettävissä<sup>26</sup> Käytöstä poistettu puutavara voidaan joko käyttää sellaisenaan tai jalostaa muuhun muotoon. Rakennusmateriaalien valmistuksesta aiheutuvia ympäristöhaittoja tulee vähentää kestäväen kehityksen mukaisesti, sillä tällä hetkellä Suomessa rakennustuotteiden valmistus aiheuttaa lähteestä riippuen 5-12 prosenttia koko maan hiilidioksidipäästöistä ja energiankulutuksesta. Siitä sementin ja teräksen valmistuksen osuus on yli 90%.<sup>27</sup> Jokaisen puukuutiometrin käyttäminen verrattuna muihin materiaaleihin vähentää hiilidioksidipäästöjä

keskimäärin lähes kaksi tonnia ; 0,9 tonnia on varastoituneena puuhun, ja tuotantovaiheessa päästöissä säästetään keskimäärin tonni. Esimerkiksi teräksisen I-palkin valmistus vaatii kuusinkertaisen energiamäärän vastaavilla lujuusominaisuuksilla varustetun puupalkin valmistamiseen verrattuna.<sup>28</sup> Puu koetaan esteettiseksi ja lämpimäksi pintamateriaaliksi niin luonnollisen sävyisenä, käsiteltynä kuin arvokkaasti harmaantuneenakin. Se soveltuu sekä kesä- että talvirakentamiseen ja puun lujuus- ja lämmöneristävyysominaisuudet ovat painoon verrattuna erinomaiset. Puset rakenteet eivät aiheuta kylmäsilloja läheskään yhtä herkästi, kuin esimerkiksi teräs- ja betonirakenteet. Valtaosa puutuotteiden valmistuksessa käytettävästä energiasta voidaan tuottaa valmistusprosessien sivutuotteista, eli puunkuorista ja sahapurusta.<sup>29</sup> Ekologisesta näkökulmasta voidaan siis suoraan todeta, että puu on tulevaisuuden materiaali. Puu sopii ominaisuuksiltaan erinomaisesti pitkien jännevälien rakenteisiin, sillä se on kevyt ja luja materiaali. Sitä on jo pitkään käytetty suurten pinta-alojen, kuten kylpylöiden ja urheiluhallien kattamiseen. Materiaalina se tarjoaa monipuolisia mahdollisuuksia urheilutilojen arkkitehtuuriin, jossa myös esiin jäävien rakenteiden liitoksilla on merkittävä rooli.<sup>30</sup> Juha Eskolin nostaa väitöskirjassaan loistavasti esiin sen, kuinka Suomessa nykyään rakennettavien puurakenteisen liikuntahallien arkkitehtuuri jää usein varsin keskinkertaiseksi

ja rakenteiden mahdollisuudet hyödyntämättä. “Suomessa liikuntahallien arkkitehtonisten keinojen hyödyntämättömyys näkyy siinä, että kohteet muistuttavat usein enemmän teollisuus- tai varastorakennuksia kuin urheilurakennuksia. Koska liikuntahallit vaikuttavat kokonsa vuoksi merkittävästi ympäristönsä ilmeeseen, tulisi niiden arkkitehtoniseen laatuun kiinnittää nykyistä enemmän huomiota, olipa kyse kilpailukäyttöön tarkoitettusta tai edullisemmista harjoituskäyttöön tarkoitettusta rakennuksesta.”<sup>31</sup> Mielestäni liikuntahallin ei tarvitse näyttää hallilta, vaan sen suunnittelussa tulisi huomioida ulkoarkkitehtuuri, kuten missä tahansa muussakin suuren kokoluokan rakennuksessa. Myös oman kokemuksen mukaan nykyajan uudet liikuntahallit ovat lähes poikkeuksetta peltielementtihalleja tai muita vastaavia rakennuksia, joiden ulkoarkkitehtuuri ei juuri tuo lisäarvoa ympäristölleen. Eskolin vahvistaa tämän tutkimuksessaan: “ Aineiston keruuhetkellä vuosina 2003-2006 oli havaittavissa, ettei Suomen puurakenteisissa liikuntahalleissa ollut kiinnitetty riittävästi huomiota puurakenteiden akkitektonisiin mahdollisuuksiin, kuten urheilurakennusten tunnusomaisten piirteiden esiin tuomiseen. Huomionarvoista on, että tilanne on edelleenkin samankaltainen, vaikka puurakentaminen on Suomessa muutoin lisääntynyt ja kehittynyt viimeisen 10-12 vuoden aikana merkittävästi.”<sup>32</sup>

<sup>21</sup> Unto Siikanen, Puurakentaminen, 2008 s.8

<sup>22</sup> URL <https://www.puuinfo.fi>

<sup>23</sup> Ibid.

<sup>24</sup> Ibid.

<sup>25</sup> URL <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK005659.pdf>

<sup>26</sup> Siikanen 2008, s.8

<sup>27</sup> URL <https://www.puuinfo.fi>

<sup>28</sup> URL <http://puuinfo.ee/files/pdf/WideSpanWoodSports.pdf>

<sup>29</sup> URL <https://www.puuinfo.fi>

<sup>30</sup> Siikanen 2008, s.16

<sup>31</sup> Juha Eskolin, Suurten puurakenteiden arkkitektoniset ominaisuudet, 2019, s.13

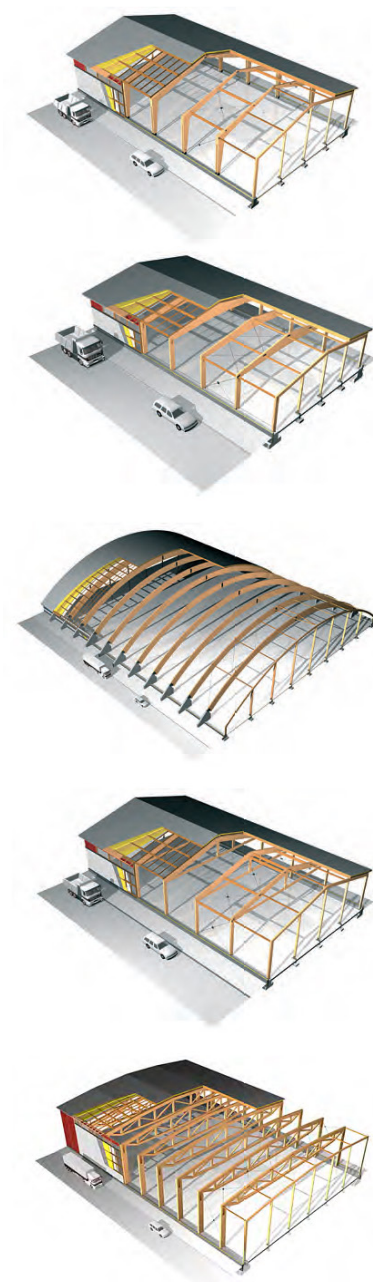
<sup>32</sup> Eskolin 2019, s.12

Nykyisten puurakennejärjestelmien kehitysvuodet ajoittuvat pääasiassa 1920-1960 -luvuille. Puurakenteet ovat kuitenkin jo aiemmin mahdollistaneet kullekin aikakaudelle asetetut jännevälitavoitteet. 1800-luvun lopulla päästiin 25 metrin jänneväleihin, ja rakenteen ja materiaalin kehittymisen myötä 1900-luvun alkupuolella saavutettiin jo 50 metrin jännevälit. Nykyisellä tietotaidolla jopa yli 100 metrin jännevälit ovat mahdollisia.<sup>33</sup> Oheinen piirros (Kuva 23) havainnollistaa runkoratkaisuja, jotka ovat nykyään laajasti käytössä muun muassa urheiluhallirakentamisessa. Suomessa uusia halleja rakennetaan pääasiassa pilarirungolla yhdistettynä palkki- tai ristikkokannattajiin, kaarirungoilla ja kehärungoilla.<sup>34</sup> Näiden lisäksi löytyy muitakin ratkaisuja, kuten kupolimaiset rakenteet Joensuun monitoimihallissa ja Ouluhallissa. Maailmalta löytyy lukemattomia upeita esimerkkejä puurakenteisista urheilurakennuksista, kuten esimerkiksi ensimmäinen referenssikohteeni (kts. *Clamart Sport Center*). Suomessa on kuitenkin pääasiassa turvauduttu perinteisiin rakenteellisiin ratkaisuihin.<sup>35</sup> Tähän ongelmaan halusin tarttua ja päätin pyrkiä kehittämään työhöni näkyviä puurakenteita, joilla olisi mahdollisesti arkkitehtonista arvoa myös kaupunkikuvallinen näkökulma huomioiden. Edellä mainituissa runkojärjestelmissä ei itsessään ole mitään vikaa, mutta usein komeat kantavat rakenteet eivät rakennuksen ulkopuolelle juuri näy, jolloin päädytään teollisuushalleilta näyttäviin liikuntakeskuksiin.

33. Eskolin 2019, s.42

34. URL <https://www.puuinfo.fi>

35. Eskolin 2019, s.172



Kuva 21. ©Puuinfo  
Puisia runkoratkaisuja



Kuva 22. Joensuun monitoimiareena konserttitapahtumassa



Kuva 23. Joensuun monitoimiareena messukäytössä

## 2. ALGORITMINEN SUUNNITTELU PUURAKENTEISSA



## 2.1 Esimerkkikohteita

### **Metropol Parasol**

Sevilla, 2011

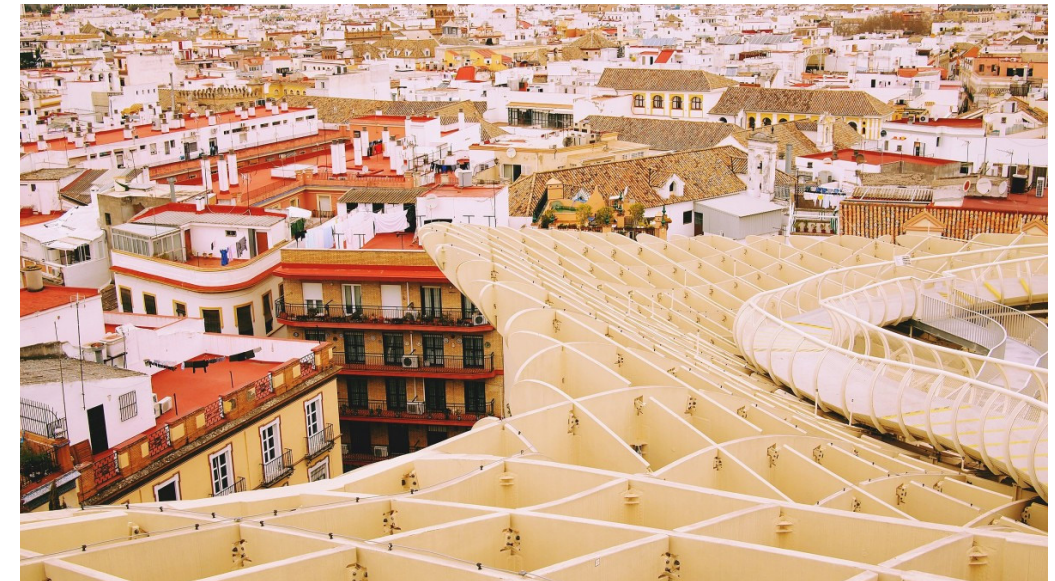
Jürgen Mayer H.

Metropol Parasol on laajamittainen algoritmiavusteisesti toteutettu puurakenteinen projekti, ja huomiota herättävä maamerkki Sevillassa. Sen rakenne koostuu kuudesta sienimäisestä muodosta, jotka yhdistyvät ylhäällä kattaen Sevillan vanhan kaupungin toriaukion. Rakennuksen pohjakerroksesta löytyy arkeologinen museo, katutasosta kauppahalli ja sen yläpuolelta kaupunkilaisten käytössä oleva tapahtumatori. Kolmanteen kerrokseen sijoittuu ravintola ja neljännessä kerroksessa kiertää julkinen maisemareitti, josta avautuu näkymät Sevillan vanhaan kaupunkiin. Metropol Parasol on suunnittelun taidonnäyte, joka on vaatinut monialaisen suunnittelutiimin saumatonta yhteistyötä. Se on maailman suurimpia puurakennuksia: sillä on korkeutta 28 metriä, pituutta 150 metriä ja pinta-alaa yli 11 000 neliömetriä. Rakenne koostuu 3400 puuelementistä, jotka muodostavat 1,5 x 1,5 metrin säännöllisen ruudukon. Projektin tekniselle toteutukselle keskeisiä asioita ovat kantavat Finnforest Kerto -levyt, epoksiliiman jälkikovuus ja polyuretaanipinnoitteen käyttö, joka suojaa puuta säältä. Materiaalin projektiin on toimittanut suomalainen Metsä-Wood Oy.<sup>36</sup>

<sup>36</sup> URL <https://www.puuinfo.fi/tiedote/metropol-parasol-maailmanluokan-puurakennesuunnittelun-maamerkki>



Kuva 24.



Kuva 25.

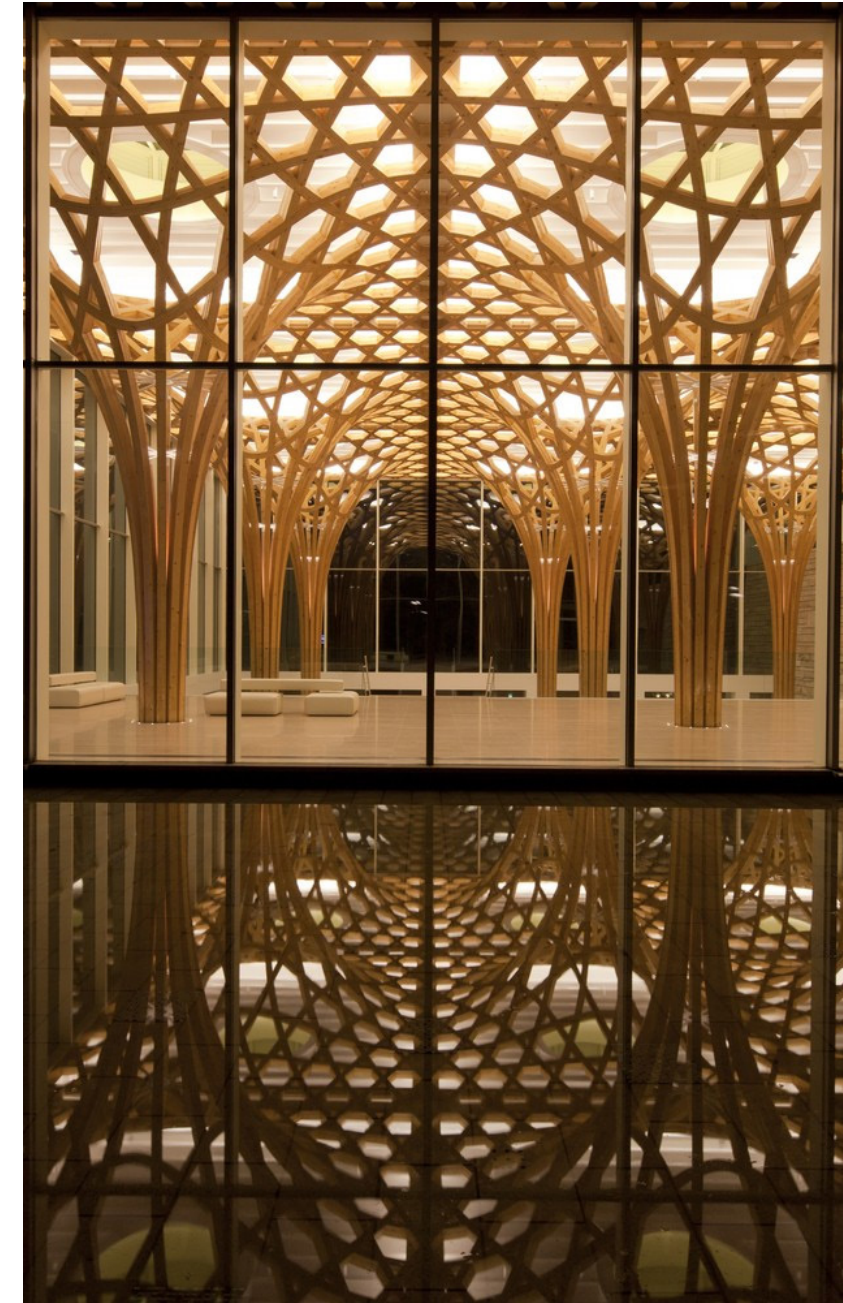
### **Nine Bridges Golf House**

Etelä-Korea, Yeosu, 2009

Shigeru Ban architects, Design to production

Nine Bridges Golf Club House on Etelä-Korean Yeosuun vuonna 2008 valmistunut, arkkitehti Shigeru Banin suunnittelema golf-kentän klubitalo. Rakennuksen näyttävin osa on vaikuttava verkkomainen puurakenne, joka koostuu kolmioista ja kuusikulmioista. Shigeru Ban on käyttänyt samaa rakennetta myös muissa projekteissaan. Inspiraatio kuvioon on saatu perinteisestä korealaisesta jukbuin-bambutyyneystä. Puurakenne koostuu 32 puuelementistä, joka kasvaa kantavista pilareista yhtenäiseksi harsomaiseksi rakenteeksi. Elementit koostuvat yli 3500 yksilöllisesti muotoillusta ja jyrsitystä liimapuukappaleesta ja osia on 467:ää erilaista tyyppiä. Rakenteessa on yhteensä 15 000 loviilitosta. Rakenteen hienostunut liitostekniikka hävittää liitoskohdat näkymättömiin, joten rakenne vaikuttaa yhtenäiseltä kappaleelta. Haastavien liitosdetaljien ja monimuotoisen geometrian algoritmisessa suunnittelussa on ollut mukana erikoissuunnittelijoita myös muista suunnittelutoimistoista.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Tuulikki Tanska, Toni Österlund, *Algoritmit puurakenteissa*, 2014, s.124



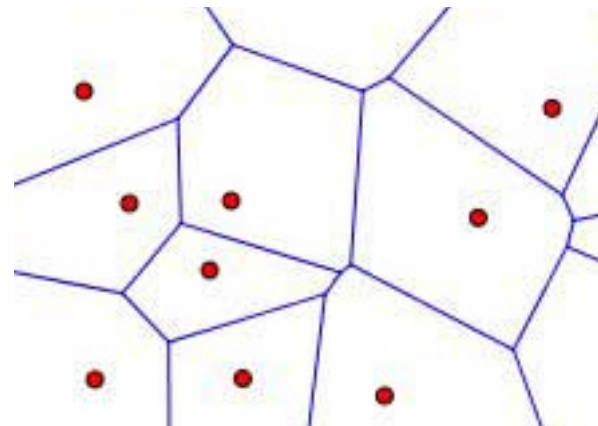
Kuva 26. ©Hirouyuki Hirai



## 2.2 Suunnittelu

Arkkitehtuurissa minua ovat aina kiehtoneet orgaaninen muotokieli ja monimuotoiset rakenteet. Tästä syystä päätin työssäni kehittää rakenteellisia ratkaisuja, joita ainakaan suomalaisessa urheiluhallirakentamisessa ei ole aiemmin kokeiltu. Avukseni luovaan työhön ja erilaisten vaihtoehtojen tutkimiseen tarvitsin kuitenkin algoritmeja tuottaakseni visioni mukaisia rakenteita ja tutkiakseni esimerkiksi mahdollisia ongelmia rakenteiden liitoskohdissa. Kuten edellä esittelin (ks. 1.5 Puu rakennusmateriaalina), puu soveltuu mittatarkan ja helpon työstettävyytensä ansiosta erinomaisen hyvin myös yleensä melko monimutkaisten algoritmien suunnitteluprojektien materiaaliksi. Aloin siis tutki- maan materiaalin ja algoritmiavusteisen suunnittelun tarjoamia mahdollisuuksia. Aiempaa kokemusta algoritmeista ja suunnittelussa käytettävistä ohjelmista minulla ei ollut, mutta päätin kuitenkin hypätä suoraan syvään päähän ja alkaa perehtyä aiheeseen. *Algoritmi* tarkoittaa suoritettavaa komentosarjaa ja yksityiskoh- taisesti määriteltäviä tehtäviä, jotka suoritetaan tietyssä järjestyksessä ja aina täsmälleen ohjeiden mukaan. Algoritmin lähtöarvojen ja rakenteen pysyessä samana myös lopputulos säilyy muuttumattomana jokaisella suorituskerralla. Alun perin algoritmi on matemaattinen käsite, mutta nykyisin sitä käyte- tään yleisesti ohjelmointiin liittyvänä käsitteenä.<sup>38</sup>

Algoritmit ovat tehokkaita suunnittelun apuvä- lineitä, mutta se ne eivät kuitenkaan itse tuota suunnitelmia tai tee luovaa työtä. Suunnittelijan on itse määriteltävä työlle haluttu suunta erilaisilla lähtötiedoilla, jolloin tietokone prosessoi informaa- tiota ja tuottaa esimerkiksi reaaliaikaista visuaalista materiaalia algoritmin muuttujien eli parametrien mukaan. Tietokoneen laskentatehon avulla voidaan muun muassa hyödyntää luonnon omia algoritmeja rakenteiden suunnitteluun ja optimointiin, jolloin on mahdollista saavuttaa entistä tehokkaampia ja näyttävämpiä rakenteita.<sup>39</sup> Omassa työssäni päädyin hyödyntämään Voronoi diagrammiin perustuvia rakenteita, joihin voi törmätä luonnossa lähes kaikkialla.



Kuva 27. Voronoi-solukko

Voronoi-solukko on matemaattisesti määriteltävä heterogeenisen aineen luontainen tapa jakaantua soluihin, ja sen rakenne on määriteltävissä yksinker- taisen algoritmin avulla.<sup>40</sup> Voronoi-solukko muodostuu soluista, joiden sisällä on ennalta määrätty piste, eli generaattori tai siemen (engl. generating point, seed). Kaikki solun sisällä olevat muut pisteet ovat lähempänä oman solun generaattoria, kuin muiden solujen generaattoreita. Näin muodostuu orgaanisia solukuvioita, joita löytyy myös luonnosta esimerkiksi lehden solurakenteesta ja kirahvin sel- käkuvioinnista.<sup>41</sup> Manuaaliseen mallintamiseen verrattuna algoritmisen suunnitteluprosessin ajan- käyttö jakautuu eri tavalla. Algoritmisilla menetelmillä suunniteltaessa keskitytään luovien prosessien mää- rittämiseen, kun taas manuaalisessa mallintamisessa on jo yleensä olemassa valmis visio lopputuloksesta.<sup>42</sup> Algoritmiavusteisen prosessin suunnittelu on manuaa- lista mallintamista hitaampaa, mutta sillä saavutetaan suunnittelun loppuvaiheessa merkittäviä etuja manuaaliseen mallinnukseen verrattuna. Samaan pro- sessiin pohjautuvia uusia suunnitelmavaihtoehtoja voidaan tuottaa huomattavan nopeasti algoritmin parametreja muuttamalla. Lisäksi tuotantomateriaalit tulevat uusiin suunnitelmiin päivitettyinä automaatti- sesti. Manuaalisesti tehtynä muutokset jouduttaisiin

mallintamaan alusta asti uudelleen.<sup>43</sup> Tämä on ollut myös omassa projektissani kiistaton etu, sillä täysin selvää visiota ei lopputuloksesta alku- vaiheessa vielä ollut. Algoritmien tarjoamien ratkaisuvaihtoehtojen avulla inspiraationi kuitenkin heräsi, ja sain lopulta luotua itseäni miellyttävän ratkaisun. Algoritmiavusteinen suunnittelu tulee olemaan tulevaisuudessa yhä vahvemmin läsnä arkkitehtien arjessa, sillä se tarjoaa valtavasti mah- dollisuuksia ja apuja suunnittelutyöhön. Tavoitteena ei kuitenkaan ole automatisoida koko suunnittelu- vaihetta, jolloin töistä häviäisi persoonallinen ote. Suunnittelijan on myös oltava tietoinen nykyaikais- ten tietokoneohjattujen tuotantomenetelmien mahdollisuuksista ja rajoitteista, jotta uudet inno- vatiiviset ratkaisut olisivat toteutettavissa.<sup>44</sup>

<sup>38</sup> Tanska & Österlund, 2014, s.20-25

<sup>39</sup> Tanska & Österlund, 2014, s.36

<sup>40</sup> Oulun Yliopisto, Generate, 2009, s.112

<sup>41</sup> URL <http://mathworld.wolfram.com/VoronoiDiagram.html>

<sup>42</sup> Tanska & Österlund, 2014, s.24-25

<sup>43</sup> Ibid.

<sup>44</sup> Christopher Beorkrem, *Materia strategies in digital fabrication*. 2013, s.8-12



## 2.3 Tuotanto

Puuta voidaan nykymenetelmin työstää tietokoneohjatusti monin tavoin, kuten esimerkiksi jyrsimällä sekä laser- ja vesileikkureilla. Näillä menetelmillä voidaan toteuttaa kustannustehokkaasti pintoja ja rakenteita, joissa on paljon erilaisia kappaleita. Koneohjatussa työstössä puu on yksi parhaista materiaaleista, sillä sitä on saatavissa edullisesti vakiomitoissa. Lisäksi puu on erittäin helposti työstettävissä ja se tarjoaa mahdollisuudet monimuotoisiin geometrioihin, sillä se on verrattain kevyt materiaali. Puurakenteissa voidaan myös soveltaa monenlaisia liitoksia. Varsinkin CNC-jyrsimellä (Computer Numerical Controlled) voidaan aikaansaada mitä mielikuvituksellisimpia kappaleita ja liitoksia, sillä parhaimmillaan jopa seitsemän akselin ympärillä kääntyvä jyrsin tuottaa helposti esimerkiksi kaarevia muotoja. CNC-jyrsimien heikkouksia puun työstössä ovat erittäin pienet kappaleet, jotka saattavat hajota jyrsittäessä, sekä terävät sisänurkat, jotka terästä johtuen jäävät yleensä pyöreiksi.<sup>44</sup> Perinteisesti konetyöstön kustannustehokkuus on perustunut kappaleiden samankaltaisuuteen

ja toistettavuuteen, mutta nykyään työstökoneet pystyvät käsittelemään niin suuria määriä digitaalista aineistoa, ettei tuotteiden yksilöllisyys tuo juurikaan lisäkustannuksia. Tällaista tuotantotapaa kutsutaan massakustomoinniksi. Siinä keskenään erilaisten kappaleiden tuotantokustannus on sama kuin kaikkien tuotteiden ollessa keskenään samanlaisia.<sup>45</sup> Rakenteessa voi esimerkiksi olla lukemattomia yksilöllisiä liitoksia, jotka algoritmisen tietomallin perusteella voidaan kuitenkin helposti määrittää ja toteuttaa. Samoin monimuotoisia pintoja voidaan jakaa rakenteiksi, jotka tuotantoa varten jaetaan tarvittavan kokoisiksi osiksi. Virheiden mahdollisuus tuotannossa pienenee olemattomiin kun informaatio kulkee digitaalisessa muodossa suoraan suunnittelijalta työstövaiheeseen.<sup>46</sup> Työni kantavassa seinärakenteessa sovelletaan konetyöstöä modulaariin ajatteluun, vaikka edellä mainituilla perusteilla myös täysin yksilölliset rakenteet ja liitokset olisivat olleet mahdollisia. Totesin kuitenkin tässä tapauksessa toistuvuuden tekevän hyvää rakennuksen arkkitehtuurille sekä helpottavan rakennusprosessia.

<sup>44</sup> Beorkrem, 2013, s.14-15

<sup>45</sup> Tanska, Österlund, 2014, s.6

<sup>46</sup> Generate, 2009, s.19



Kuva 28. CNC-jyrsin työssään





### 3. SUUNNITELMA



### 3.1 Paikan analyysi

Nykyisen Urheilutalon tontti sijaitsee upealla paikalla Oulun Hollihaan puiston laidalla meren läheisyydessä. Hollihaka sijoittuu Oulun keskusta-alueen eteläpuolelle. Alue on aikoinaan toiminut laidunmaana, josta juontaa juurensa myös lähisaarten (Varsasaari, Sonnisaari, Hevossaari) nimeäminen saman teeman mukaisesti. Hollihaan ja Heinäpään alueelle rakennettiin 1920-luvulla kaupungistumisen myötä puutalokortteleita, joista suurin osa on aikojen saatossa tuhoutunut tai purettu. Nykyinen puistoalue on historian aikana pysynyt rakentamattomana ja se on jo pitkään ollut kaupunkilaisille merkittävä ulkoilu- ja virkistysalue.<sup>47</sup> Puistossa toimii tällä hetkellä skeittipuisto ja lasten liikennepuisto. Puistoa olisi myös mahdollista kehittää ja aktivoida edelleen esimerkiksi rakentamalla pallopelikenttiä. Suunnittelualue rajautuu kolmen korttelin mittaiseen Kuusiluodonkatuun. Se yhdistyy molemmista päistään Aleksanterinkatuun, joka puolestaan on yksi Oulun keskustan pääväylistä. Lähin bussipysäkki sijaitsee parin korttelin päässä Heinätorin puiston laidalla,

joten paikalle on helppo saapua joko autolla, tai joukkoliikennettä käyttäen. Tontille pääsee myös pyörällä ja kävellen joka ilmansuunnasta. Nykytilanteessa parkkipaikkoja on sijoitettu Kuusiluodonkadun varrelle sekä Urheilutalon pihalle. Lähialueen rakennukset edustavat monia eri aikakausia ja tyyliä. Urheilutalon pohjoispuolella on pientaloalue, jonka rakennukset ovat pääosin vanhoja alueella säilyneitä puutaloja. Pientaloalueen vieressä sijaitsee kaunis jugend-tyylinen Oulun Suomalaisen Yhteiskoulun lukio. Tontin itäpuolelta Kuusiluodonkadun varrelta löytyy betonielementeistä rakennettuja 70- ja 80-luvun asuinkerrostaloja. Etelässä aluetta rajaa vuonna 2009 valmistunut Hollihaan palvelukoti, sekä 1920-luvun alkupuolella rakennettu uusklassismia edustava puinen Kiilan talo.<sup>48</sup> Länteen päin Urheilutalon tontti rajautuu Hollihaan puistoon. Vaikka alue sijaitsee lähes Oulun ydinkeskustassa, puiston rauhoittavan vaikutuksen huomaa aina alueella liikkuessa. Puisto onkin toiminut työssäni merkittävänä inspiraation lähteenä.

<sup>47</sup> Özer-Kemppainen, Niskasaari, Hjelt, Historiallisen kaupunkimiljöön suojeluatlas: Oulun Kuusiluoto ja Hollihaka, , 2019

<sup>48</sup> Ibid.



Tontin keskeinen sijainti Oulun keskustassa





Kuva 29.  
Hollihaka vuonna 1939, Pohjois-Pohjanmaan museon pienoismalli 1:500



Kuva 30.  
Hollihaka vuonna 1939



Kuva 31.  
Hollihaka vuonna 1965



Kuva 32.  
Hollihaka vuonna 1980



Kuva 33.  
Hollihaka vuonna 2018









Näkymiä Hollihaan puistosta Urheilutalolle nykytilanteessa







Hollihaan puistosta



Kuusiluodonkadulta pohjoiseen



Kuusiluodonkadulta etelään





### 3.2 Puisto Areena

Hollihaan uuden monitoimitalon Puisto Areenan sijainti ydinkeskustan läheisyydessä ja suuren puiston reunalla tekee siitä kaupunkikuvallisesti merkittävän rakennuksen. Tämä on otettu huomioon suunnitteluprosessin aikana, joten rakennuksen muotokielestä on löydettävissä samankaltaisuutta vain muutaman korttelin päässä sijaitsevaan Oulun keskustan kenties hallitsevimpaan kokonaisuuteen; Vänmannin saaren teatteri- ja kirjastorakennuksiin. Yhtäläisyys Torinrannan monumentteihin sitoo monitoimitalon entistä paremmin paikkaansa ja on siten tunnistettavissa osaksi oululaista arkkitehtuuria. Muotokieltä lukuun ottamatta monitoimitalo on kuitenkin arkkitehtuuriltaan täysin eri tyyliä teatterin ja kirjastoon verrattuna. Puu materiaalina ja Hollihaan puiston inspiroimat algoritmiset runkorakenteet ja kattomuodot tekevät rakennuksesta edistyksellisen. Puisto Areena tarjoaa oululaisille modernin ja näyttävän urheilun monitoimikeskuksen loistavalla sijainnilla, joka tarpeen vaatiessa taipuu monenlaiseen käyttöön.



### 3.3 Sijainti

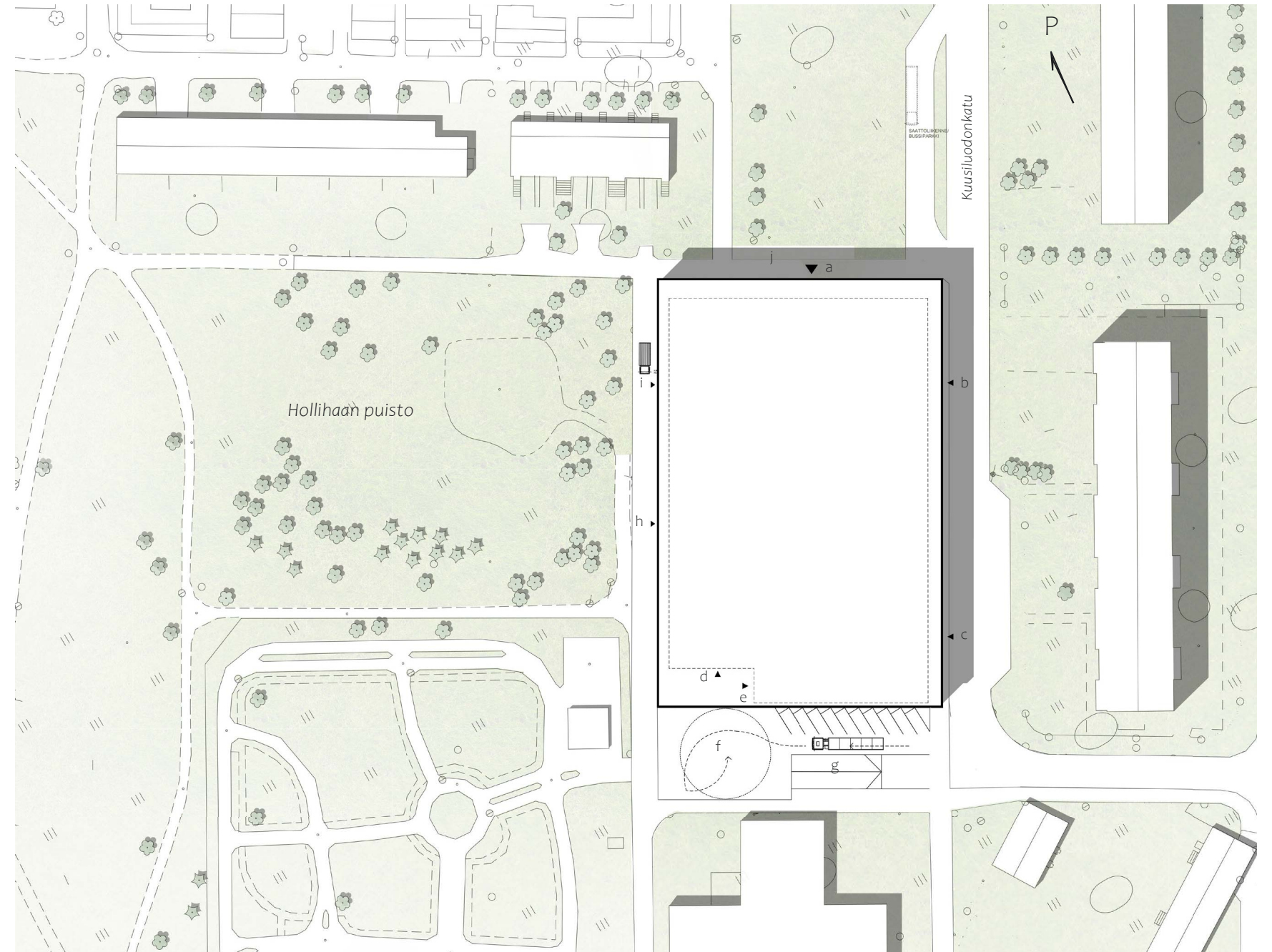


Rakeisuuskaavio

Puisto Areena sijaitsee Hollihaan puiston laidalla Oulun keskustan eteläpuolella hyvien kulkuyhteyksien varrella. Kevyen liikenteen väylät johtavat areenalle joka ilmansuunnasta. Autoliikenne virtaa areenalle Aleksanterinkadulta, josta on kaksi eri liittymää tontin vierestä kulkevalle Kuusiluodonkadulle. Pääasiallinen pysäköinti sijoittuu areenan alle parkkihalliin (130map), jonne ajetaan hallin eteläpäädyssä sijaitsevasta rampista. Tontilta löytyy kymmenen parkkipaikkaa myös katutasosta huoltopihan yhteydestä. Puisto Areenan autopaikoitus vastaa voimassa olevan asemakaavan vaatimuksiin (1 autopaikka /15 istumapaikkaa), jolloin laskennallisesti autopaikat riittävät loppuunmyydyin urheilutapahtuman tarpeisiin, mikä on myös oletettavasti yleisin tapahtumamuoto areenalla. Täyden katsojakapasiteetin konserttitapahtumassa

- a pääsisäänkäynti
- b kuntosalin sisäänkäynti
- c VIP-sisäänkäynti
- d henkilökunnan sisäänkäynti
- e lastaus
- f huoltopiha
- g luiska parkkihalliin
- h poistumistie
- i kahvilan huolto
- j pyöräparkki

autopaikat voivat käydä vähiin, mutta areenan sijainti keskustan läheisyydessä mahdollistaa esimerkiksi kallioparkin käytön. Lisäksi yleisöä voidaan suositella käyttämään areenan vierestä kulkevia julkisia kulkuvälineitä, mikä on myös ekologisempi vaihtoehto yksityisautoilulle. Huoltopihalle johtava reitti sijoittuu rakennuksen eteläpuolelle parkkihallin rampin viereen. Tätä reittiä käyttävät tavarantoimitus, jätehuolto ja muu huoltoliikenne. Ensimmäisen kerroksen kahvilan huolto tapahtuu puiston puolelta kevyen liikenteen väylän kautta. Monitoimitalon pohjoispuolella olevasta puistoalueesta lohkaistaan pieni pala turvallisen saattoliikenteen järjestämiseksi. Myös kauempaa tulevan yleisön ja joukkueiden bussit voidaan parkkeerata samalle alueelle. Suunnittelun alkuvaiheessa vaihtoehtona oli pääsisäänkäynnin suuntaaminen etelään päin, mutta tontilla vierailujen ja siellä tehtyjen havaintojen jälkeen totesin, että Areenalle saapumisen kannalta oli luonnollisinta sijoittaa pääsisäänkäynti pohjoisen puolelle, eli kaupunkiin päin kuten nykyisessäkin Urheilutalossa.



Asemapiirustus 1:1250

### 3.4 Toiminnallisuus ja tilaohjelma

Toiminnot sijoittuvat maanalaisen parkkihallin lisäksi kolmeen kerrokseen. Maantasokerrokseen sisäänkäyntiaulan yhteydessä on areenan toimintaa palvelevia tiloja, kuten narikka, lipunmyynti, kahvila ja henkilökunnan taukotilat. Kaikki pukuhuoneet sijoittuvat areenan toiselle pitkälle sivulle. Pukuhuoneiden suunnittelun pohjana olen käyttänyt omia kokemuksiani eri liikuntahalleista. Varsin usein pukuhuoneet ovat käyneet yhdelle salibandyjoukkueelle liian ahtaiksi ja halusinkin nyt varmistaa niiden olevan tarpeeksi tilavat. Pukuhuoneita on kahta kokoluokkaa, joista pienempiinkin mahtuu helposti 23-25 henkilöä. Kahden suurimman pukuhuoneen yhteydessä on saunat, jotka nostavat areenan käyttökokemusta huomattavasti. Lisäksi jokaisen pukuhuoneen yhteydessä on omat vessat ja suihkut. Varsinkin turnauksissa, jolloin hallissa on useita joukkueita yhtä aikaa, jaetut vessat ja suihkut eivät toimi käytännössä. Toinen kerros on varattu lähes kokonaan yleisön käyttöön; kerroksesta löytyy väljää aulatilaa, yleisön wc-tilat sekä ravitsemuspalvelupiste tapahtumakäyttöön. Katsomoihin kuljetaan toisen kerroksen kautta.

Kolmanteen kerrokseen sijoittuva kahvila-ravintola palvelee arkisin normaalina ravintolana, ja ottelu- ja yleisötapahtumissa se on tapahtumavieraiden käytössä. Ravintolan yhteydessä on parvikatsomo, josta esimerkiksi vanhemmat voivat seurata lastensa treenejä kahvittelun ohella. Ravintolan keittiön läheisyyteen sijoittuvat henkilökunnan taukotilat ja lisäksi esiintyjien backstage upeilla maisemilla. Ylimmästä kerroksesta löytyy myös toimistotilaa, aitiot, vuokrattavat kokous- ja saunatilat sekä tilava kuntosali, jonka yhteydessä on myös ryhmäliikuntasali. Kuntosaliin on oma porras- ja hissiyhteys suoraan Kuusiluodonkadulta, minkä ansiosta areenan tapahtumat eivät vaikuta kuntosalin toimintaan. Pitkällä aitiokäytävällä on juoksusuora, jota joukkueet voivat hyödyntää alkua- ja loppuverryttelyissä areenan kenttien ollessa varattuina. Saunatiloja voidaan käyttää myös joukkueiden palaveriäihin. Pääsisäänkäyntiä vastakkaisella puolella rakennusta on suuri huoltosisäänkäynti tavarantoimitukselle, joka johtaa suoraan väljään varastointi- ja työskentelytilaan.

Varastotila on yhteydessä lavarakenteille varattuun tilaan areenan eteläpäädyssä, mikä helpottaa erilaisten tapahtumien ja konserttien järjestämistä huomattavasti. Lisäksi varastoalueella voidaan säilyttää eteläpäädyn siirtokatsomoita ja muuta areenan materiaalia, kuten siirtolattioita (parketti ja suojamatot). Viime vuosina monitoimiareenoiden lattiamateriaalina on suosittu parkettia, mutta se on aiheuttanut keskustelua, sillä monilla paikkakunnilla valtaosa joukkueista ja urheiluseuroista käyttää mattoalustaa.<sup>48</sup> Työssäni käytän uudenlaista innovatiivista lattiaratkaisua, jota Suomessa ei ole vielä aiemmin kokeiltu; toinen puoli areenan lattiasta on salibandyyn tarkoitettua synteettistä lattiamateriaalia, jolloin tämä lohko on varattu pääasiassa salibandyille, futsalille ja käsipallolle. Toinen puoli lattiasta on valmistettu aluejoustavista lasielementeistä, jonka pinta on suunniteltu urheilukäyttöön. Lasilattia mahdollistaa erilaisten pelikenttien rajojen piirtämisen elementtien alla sijaitsevilla ledivaloilla, jolloin ainoastaan pelattavan pelin kenttärajat ovat näkyvissä. Tämän ansiosta lattian sekavat pelirajaviidakot ovat historiaa,

ja pelikentistä saadaan selkeämpiä ja käyttäjäystävällisempiä. Tapahtumakäyttöön lasilattia tuo aivan uusia ulottuvuuksia, sillä se voi toimia esimerkiksi tanssilattiana, jossa voidaan ledinäyttöjen avulla toistaa kuvia ja videoita. Sitä ei myöskään tarvitse suojata, vaan se kestää hyvin kulutusta ja on helppo siivota.<sup>49</sup> Lasilattian myötä tapahtumissa ainoastaan kiinteä mattoalusta suojataan. Lasilattia ei sovellu ainakaan tällä hetkellä salibandyn ylimpien sarjatasojen peleihin, joten otteluita voidaan pelata areenan täydellä katsomokapasiteetilla asentamalla synteettinen mattoalusta lasilattian päälle salibandykentän vaatimalle alueelle. Tässäkin tapauksessa asennustyötä tehdän vain puolikkaan salibandykentän verran, koska toinen puolikas areenan lattiasta on kiinteää mattomateriaalia. Samaa mattoalustaa voidaan käyttää myös esimerkiksi futsal-, käsipallo- ja lentopallojoukkueiden sarjapeleissä<sup>50</sup> Rakennus on esteetön, ja lisäpyörätuolipaikkoja voidaan tarpeen vaatiessa järjestää katsomoihin määräysten mukaisesti kiinteiden paikkojen lisäksi.<sup>51</sup>

48 URL <https://www.turkulainen.fi/artikkeli/424427-lattiaratkaisua-pallotellaan-nyt-khssa-palloiluhalliin-esitetaan-joustavaa>

49 <https://www.asbglassfloor.com/?lang=en>

50 URL <https://www.gerflor.fi/tuotesarja/taraflex-urheilulattiat.html>

51 RT 09-10692 Esteetön liikkumis- ja toimintaympäristö

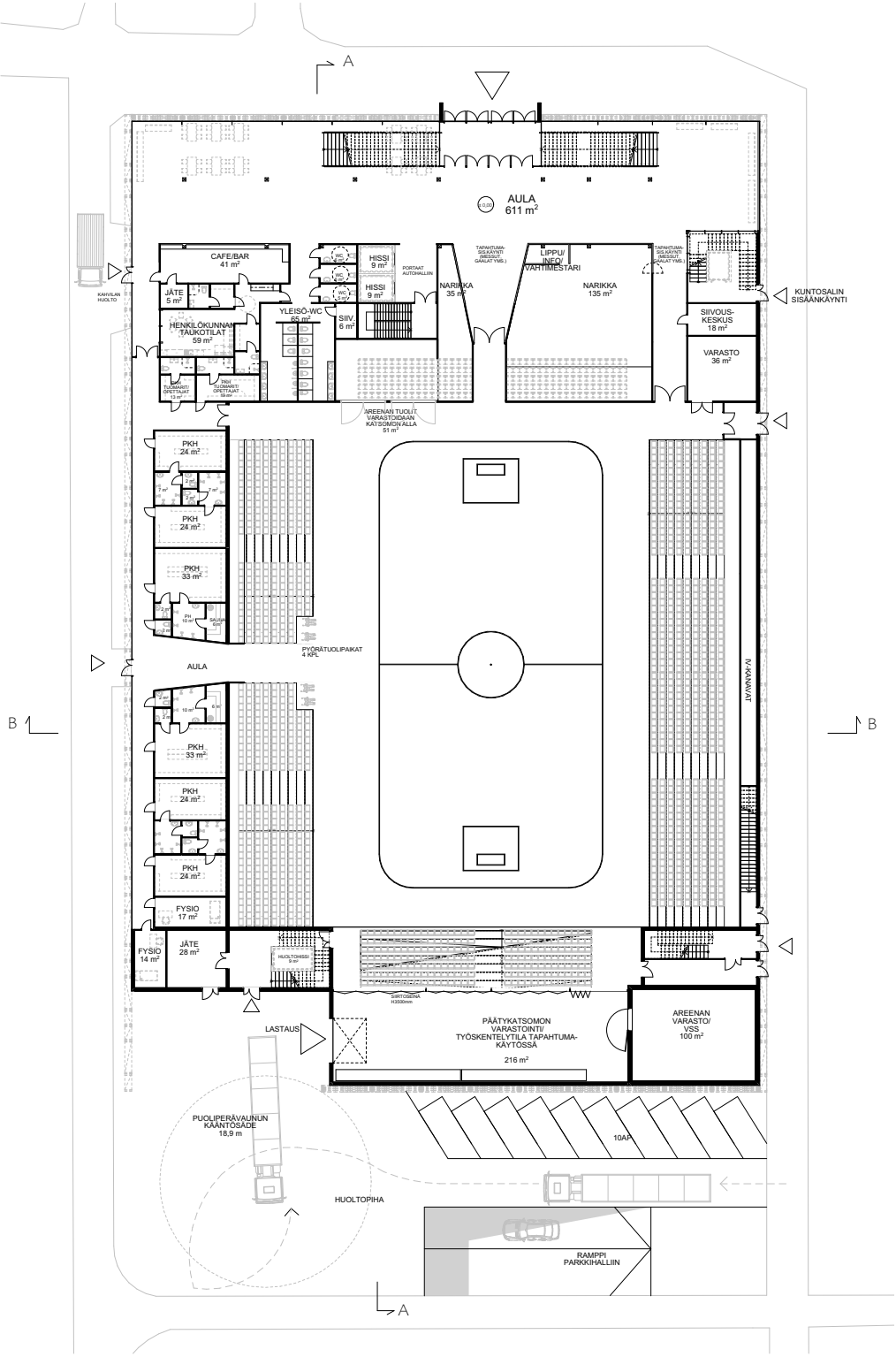


3.5 Pohjat

Tilaohjelma 1.krs

<b>Kerrosala</b>	<b>4686 k-m²</b>
areena	2030 m²
areenan varasto / vss	100 m²
aulatilat	611 m²
cafe	41 m²
hieronta / fysio	31 m²
jätehuone	5 m²
jätekeskus	28 m²
narikka / lipunmyynti	170m²
pukuhuone	24 m²x 4 kpl
pesutilat	9 m² x 4 kpl
pukuhuone	33 m² x 2 kpl
pesutilat+sauna	18 m² x 2 kpl
pukuhuone	13 m²
pukuhuone	19 m²
siivoushuone	6 m²
siivouskeskus	18 m²
taukotilat	59 m²
työskentelytila/varasto	226 m²
varasto	36 m²
yleisö-wc	65 m²

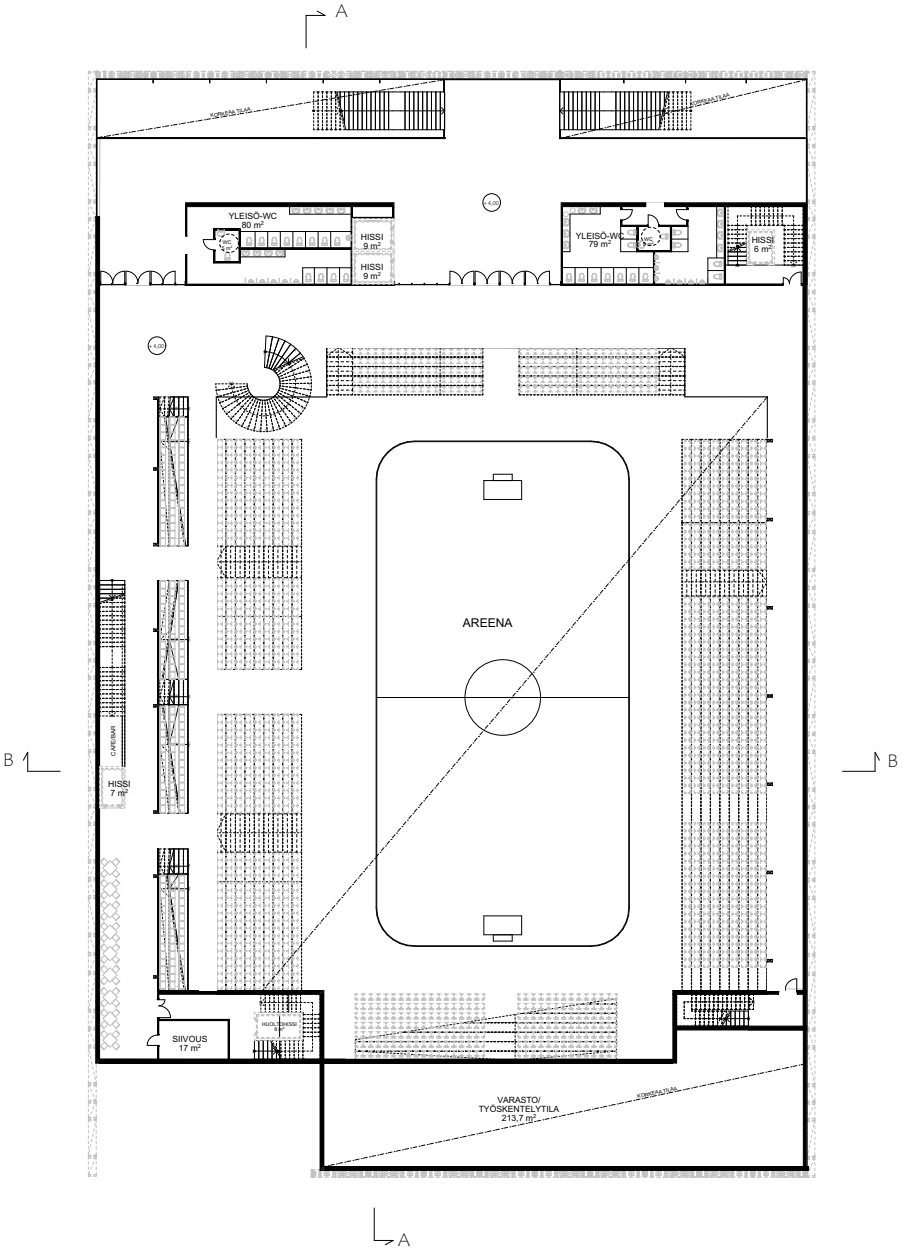
1.kerros  
1:600



Tilaohjelma 2.krs

<b>Kerrosala</b>	<b>1810 k-m²</b>
aula- ja yleisötilat	1435 m²
cafe / bar	25 m²
siivouskeskus	17 m²
yleisö-wc	80 m²
yleisö-wc	79 m²

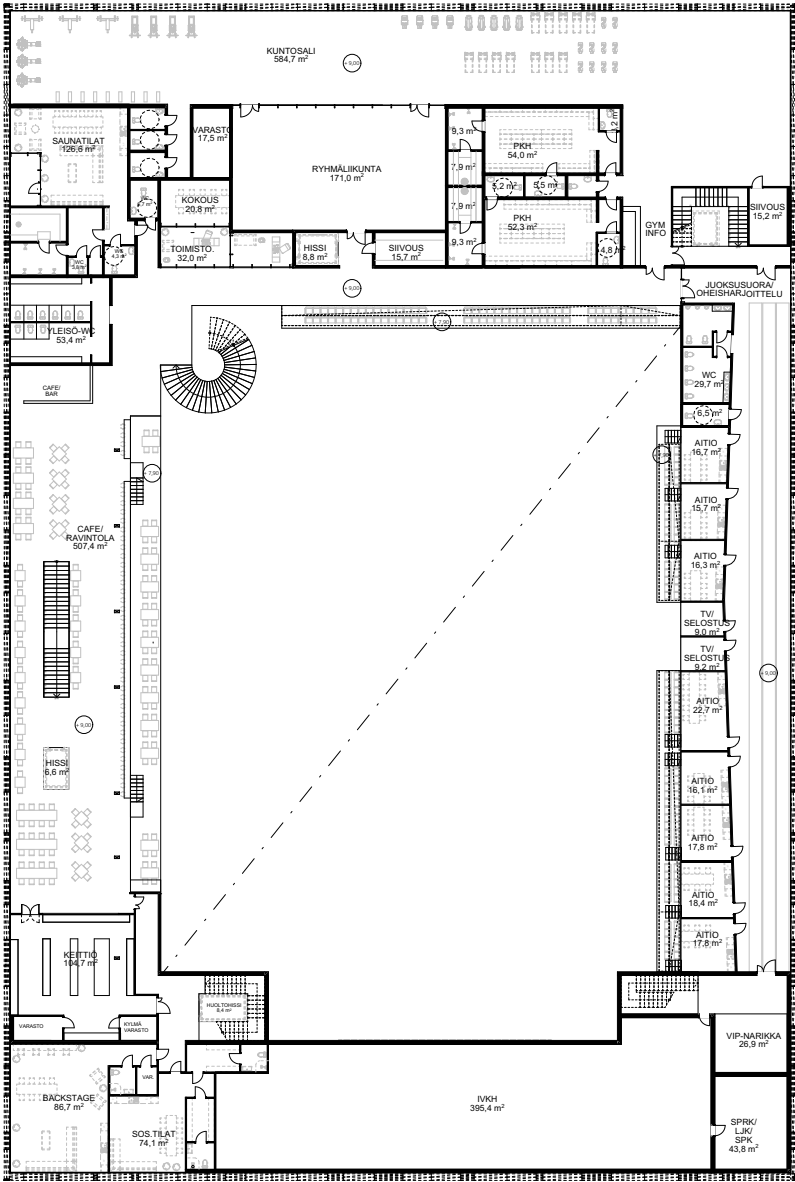
2.kerros  
1:600



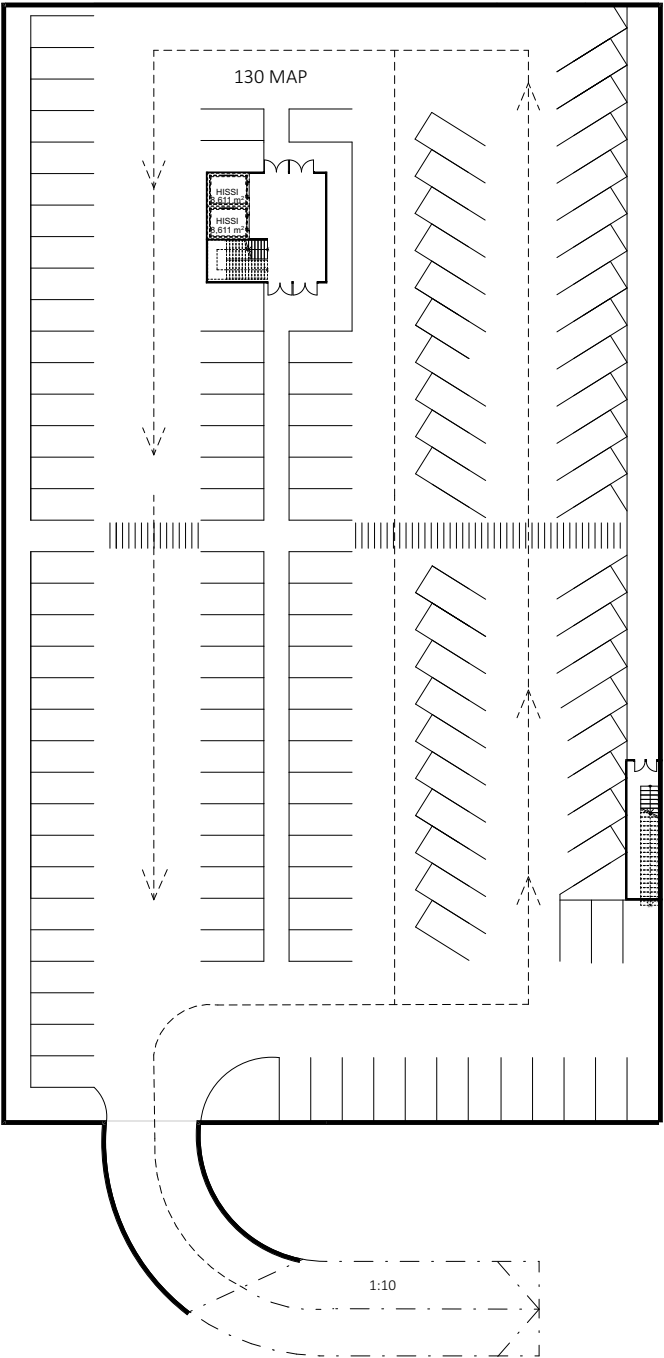
Tilaohjelma 3.krs

<b>Kerrosala</b>	<b>3528 k-m²</b>
aitiot	225 m²
backstage	82 m²
keittiö	103 m²
kuntosali	585 m²
hlö.kunnan taukotilat	72 m²
ivkh	395 m²
oheisharjoittelualue	250 m²
pukuhuone n	90 m²
pukuhuone m	89 m²
ravintola / cafe	507 m²
ryhmäliikunta	171 m²
saunatilat	124 m
siivouskeskus	14 m²
siivouskeskus	16 m²
tekniset tilat	45 m²
toimistotilaa	53 m²
tv/selostus	18 m²
varasto	17 m²
vip-narikka	27 m²
yleisötila	236 m²
yleisö-wc	52 m²
yleisö-wc	36 m²

3. kerros  
1:600



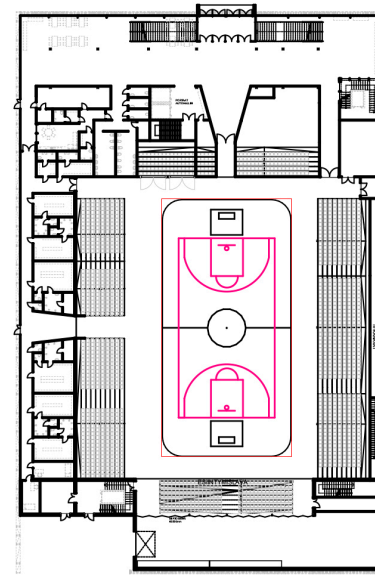
Parkkihalli  
1:600



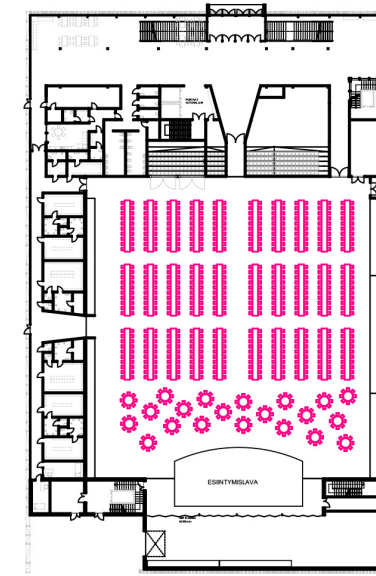


### 3.6 Areenan käyttökaaviot

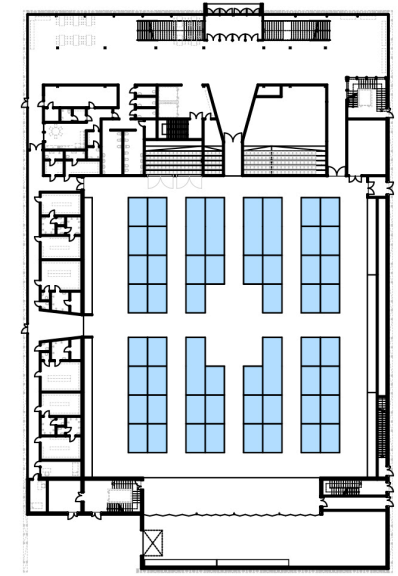
Kaavioissa on esitelty useita eri käyttötarkoituksia monitoimiareenalle. Urheilukäytössä kenttä voidaan jakaa lohkoihin laskettavalla jakosella, jolloin eri lajeja voidaan pelata rauhassa omilla kentillä. Kaaviot havainnollistavat myös kuinka siirtokatsomot mahdollistavat monenlaiset kokoonpanot tapahtumakäytössä. Ottelutapahtumissa areenan täysi katsomokapasiteetti on 2035 katsojaa aitiot ja ravintolapaikat mukaan luettuna. Konserttikäytössä permannon lisäistumapaikoilla areenalle mahtuu jopa 3300 katsojaa. Toisella treenikentällä on kiinteitä katsomopaikkoja 225 kappaletta, mikä mahdollistaa esimerkiksi alasarjotteluiden järjestämisen.



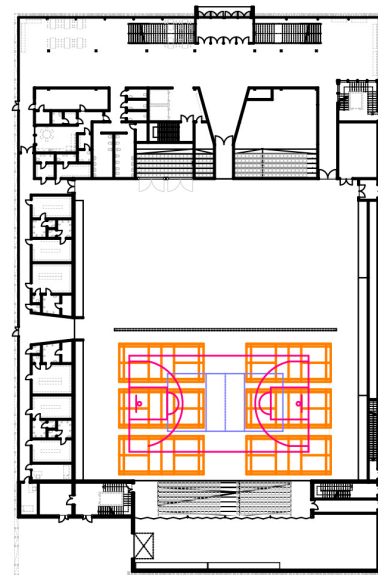
KILPAKENTÄT - 2035 katsomopaikkaa  
salibandy, futsal, käsipallo, koripallo,



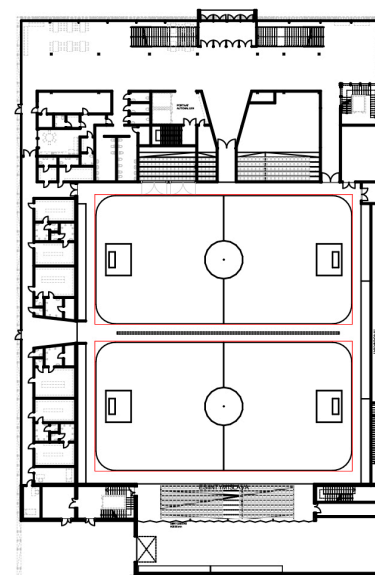
ILTAJUHLA



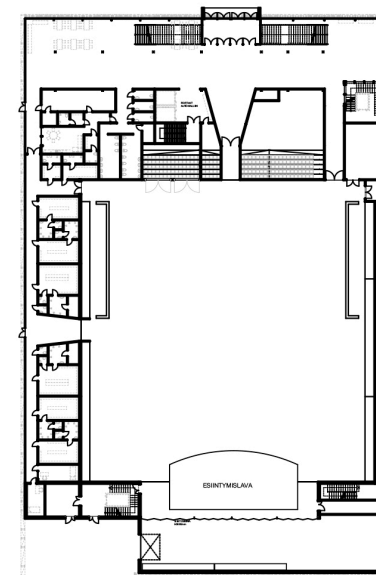
MESSUT



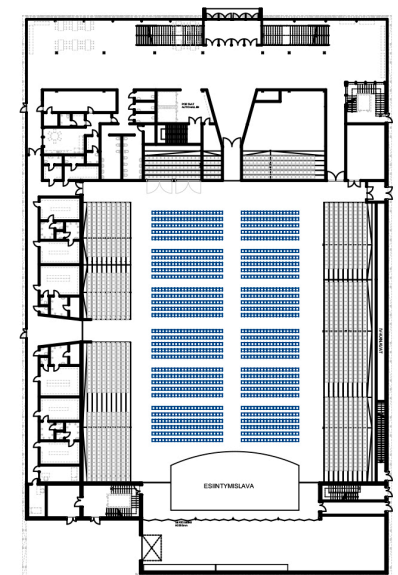
LED-LASILATTIALLA PELATTAVAT LAJIT  
lentopallo, sulkapallo, koripallo, käsipallo,  
futsal,



TÄYSIMITTAISET TREENIKENTÄT 40 x 20 m  
ylemmällä kentällä 225 kiinteää katsomopaikkaa,  
alemmalla kentällä 90 kiinteää paikkaa  
salibandy, futsal, käsipallo

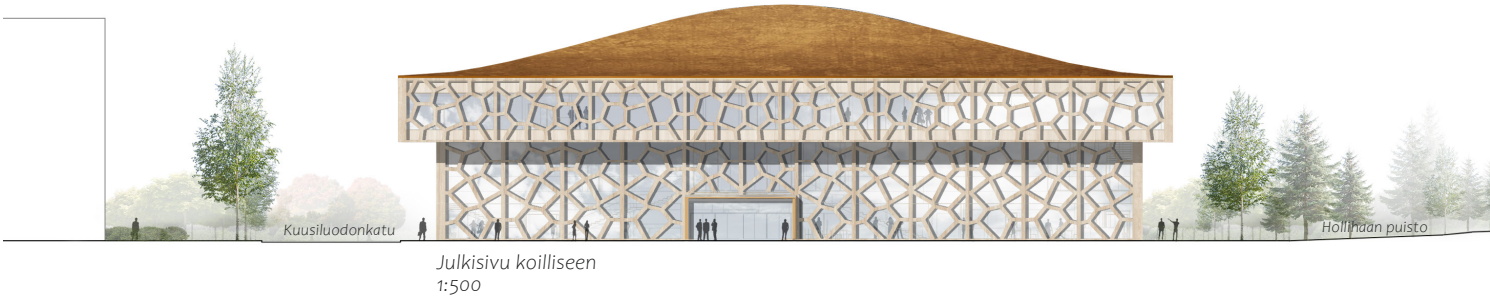
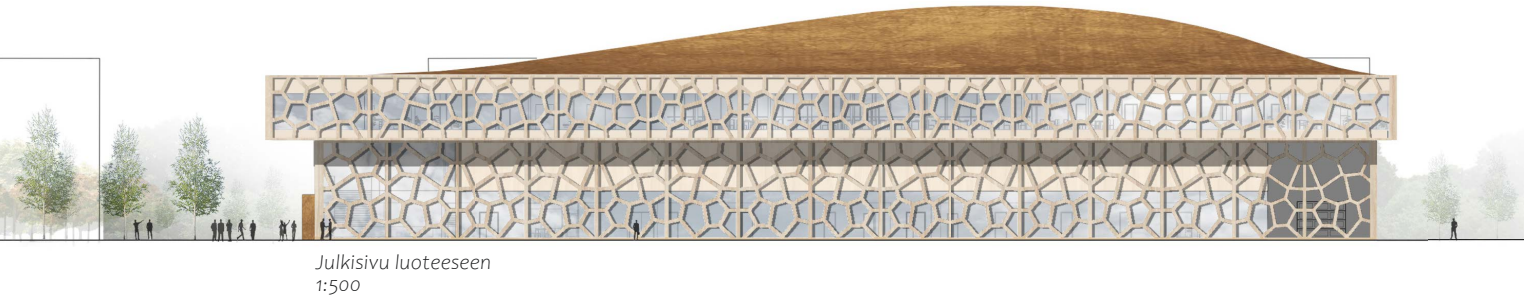
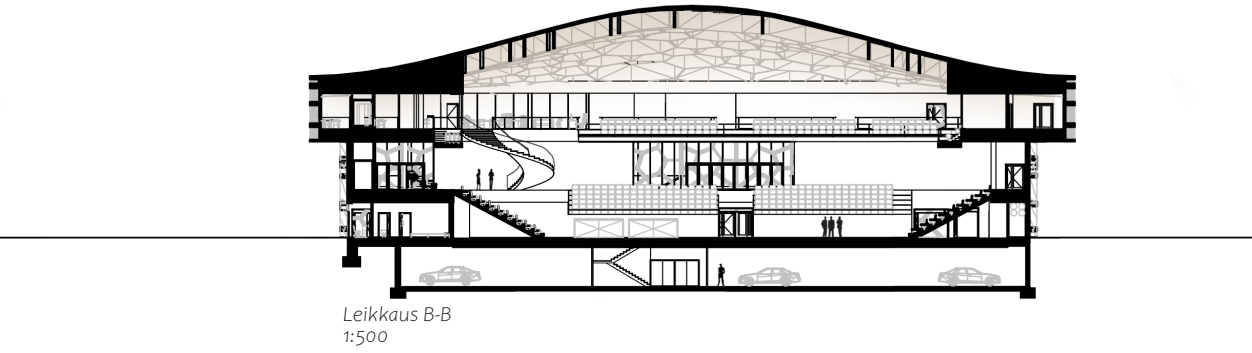
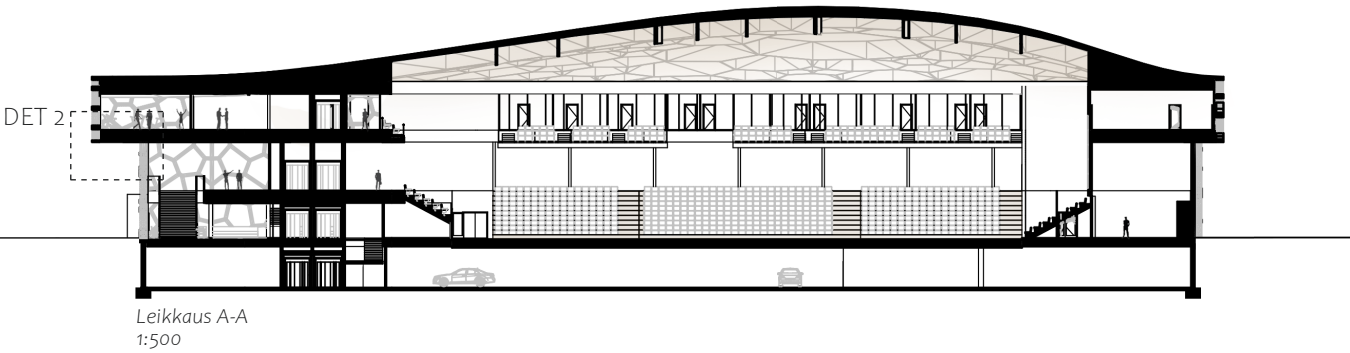


KONSERTTI  
permanto



KONSERTTI  
istumapaikoilla  
yht. 3300 katsomopaikkaa

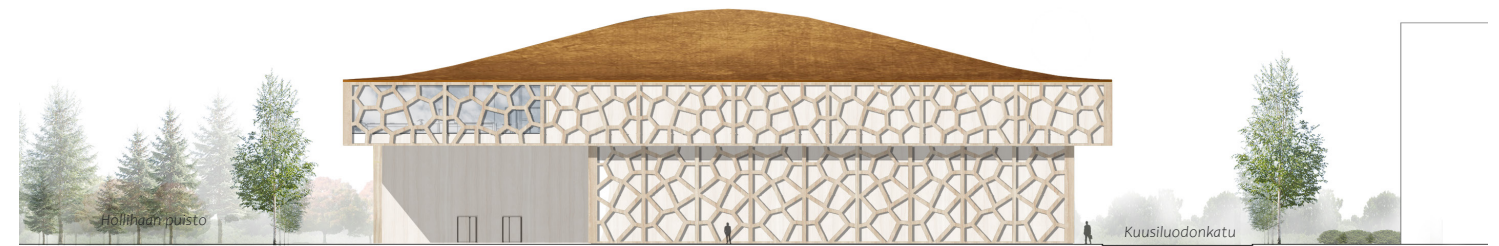
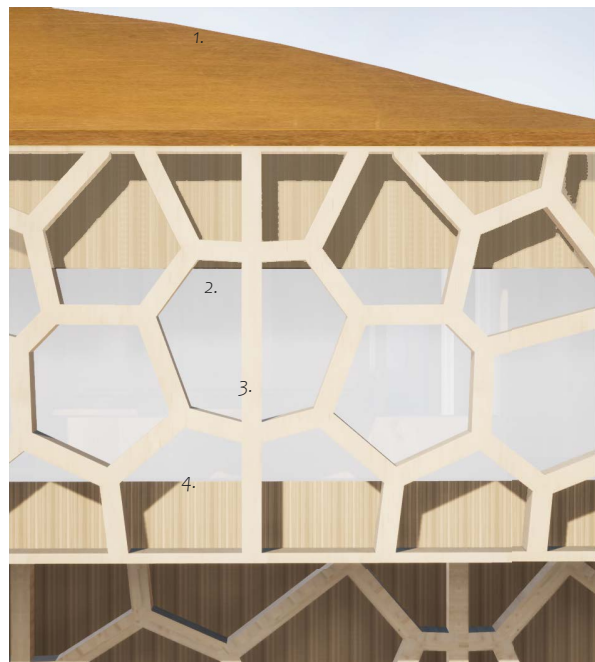
3.7 Julkisivut ja leikkaukset



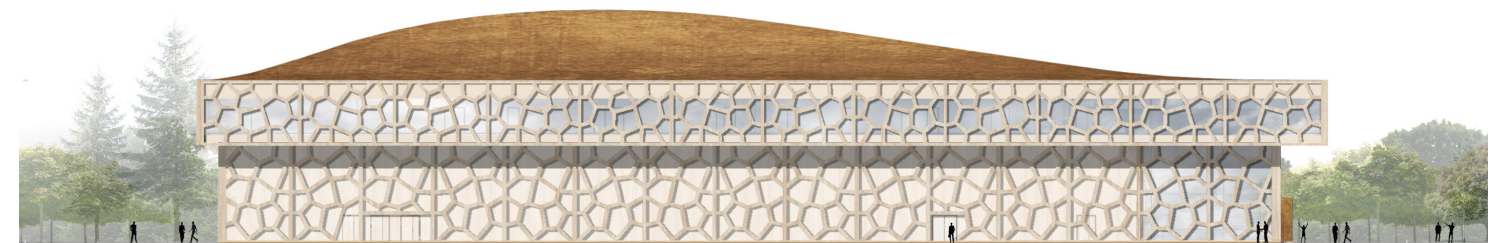


# JULKISIVUMATERIAALIT

1. Kuparikate, konesaumattu
2. Lasi, kirkas
3. Puurunko, kuusi, kuultokäsitelty, luonnonvärinen
4. Puurimoitus, lehtikuusi, kuultokäsitelty, luonnonvärinen



Julkisivu lounaaseen  
1:500



Julkisivu kaakkoon  
1:500



Näkymä maantasokerroksen aulatilasta





Näkymä toisen kerroksen aulatilasta



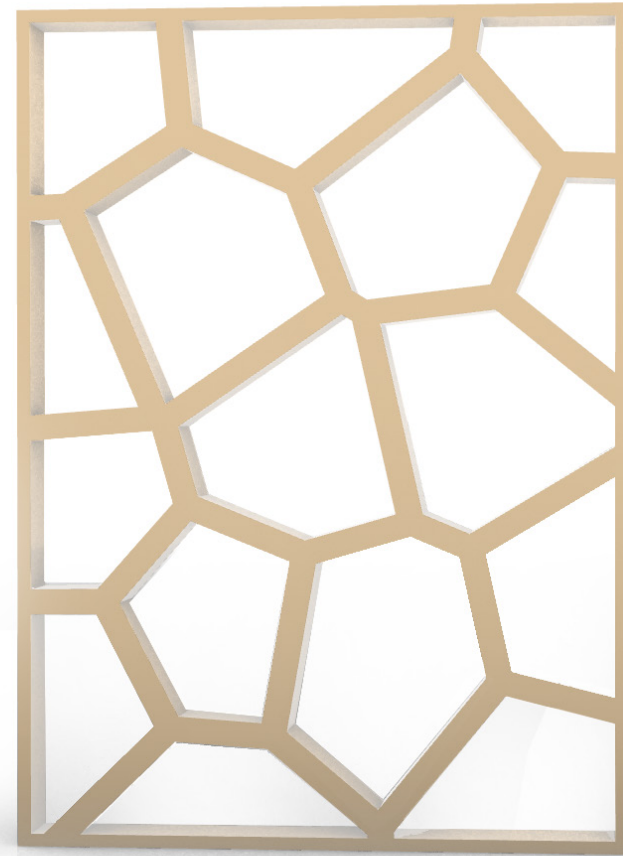


Näkymä areenalle kolmannesta kerroksesta



### 3.9 Runko

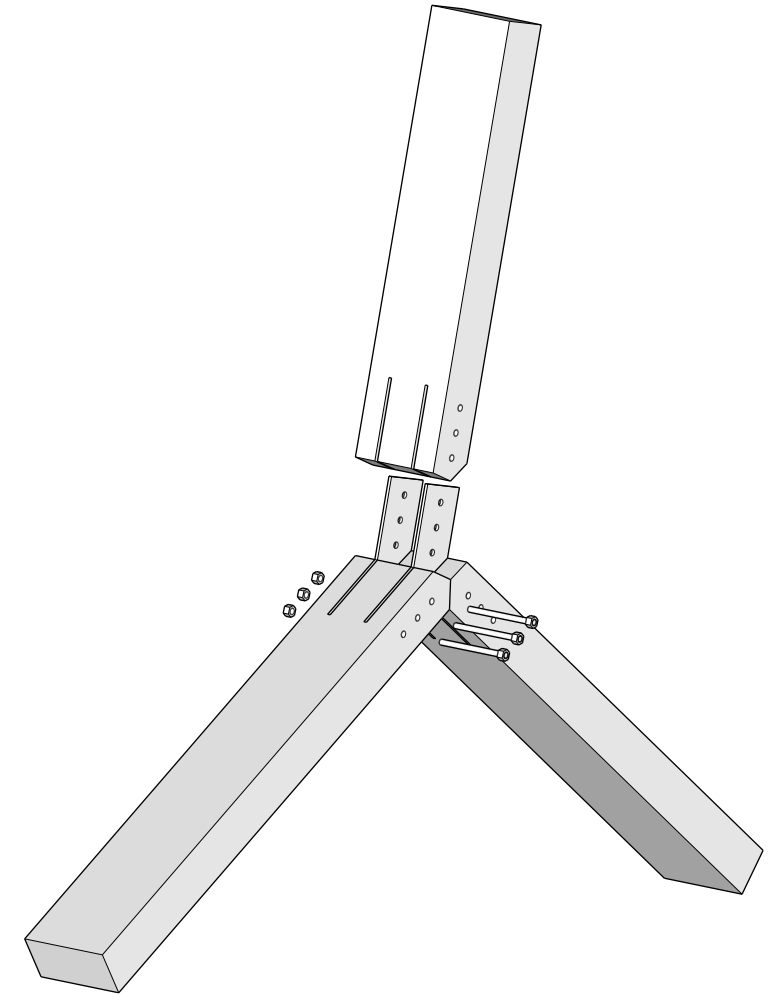
Puisto Arena toteutetaan pysäköintihallia lukuunottamatta kokonaan puurakenteisena. Kolmikerroksista puurakenteista rakennusta ei voida toteuttaa kerrosmäärän takia P1-paloluokassa, joten tässä tapauksessa sovelletaan PO-paloluokan toiminnallista palomitoitusta, joka on aina tapauskohtainen ja perustuu oletettuun palonkehitykseen. Kaikki rakenteet toteutetaan palomitoituksen mukaan ja tarvittaessa käsitellään palosuojauksella riittävän palonkeston saavuttamiseksi. Lisäksi rakennuksessa on sprinklausjärjestelmä.<sup>51</sup> Koko rakennuksen ulkokehällä kiertää näyttävä voronoi-kuvioon perustuva kantava runkorakenne. Arenan sisäpuolella kantavat rakenteet ja rakenteen jäykistäminen toteutetaan CLT-levyillä, liimapuupilareilla ja -palkeilla. Yläpohjan runkorakenne perustuu myös voronoi-kuvioon, joka luo arenaan persoonallisen tunnelman.



Kantava runkomoduli

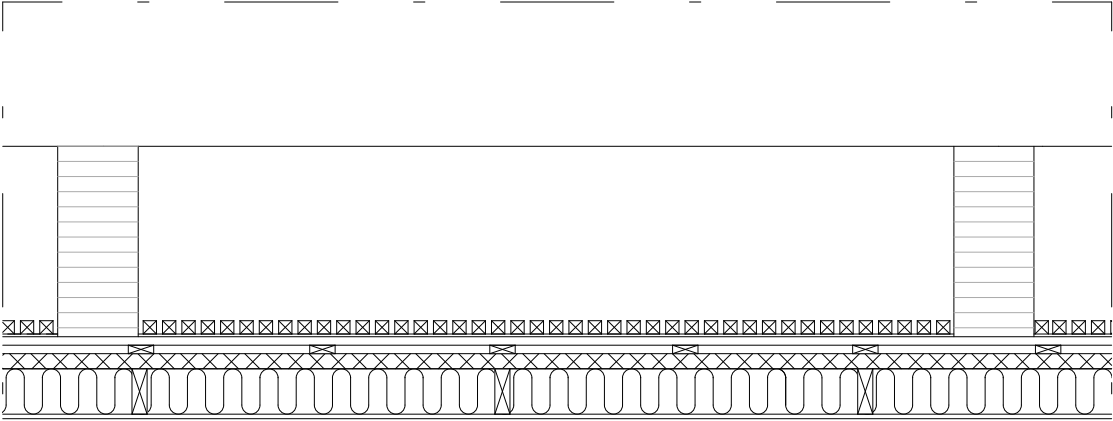
#### Periaatepiirustus runkorakenteen liitoksesta

Voronoi-kuvioon perustuvan runkorakenteen liitokset toteutetaan viereisessä kuvassa esitetyllä tavalla. Runkomodulissa on 32 erilaista liitosta, jotka toistuvat läpi rakennuksen ensimmäisen ja toisen kerroksen osalta. Kolmannen kerroksen runkomoduli on kuvioltaan hieman erilainen, mutta liitosperiaate on sama. Modulin yhdistäminen omaan peilikuvaansa saa voronoi-kuvion jatkumaan esteettisesti julkisivussa. Liitos jäykistetään kahdella teräslevyllä, jotka upotetaan pilareihin jysittyihin uriin ja pultataan rungon molemmilta puolilta kiinni. Pultit upotetaan myös rakenteeseen ja peitetään puutapeilla, jotka suojaavat terästä mahdollisessa palotilanteessa. Pilareiden päät viistetään liituskohdassa algoritmin mukaan toisiinsa sopiviksi, jotta runkorakenteelle saadaan yhtenäinen pinta.



<sup>51</sup> URL <https://www.puuinfo.fi/paloturvallinen-puutalo-asuin-ja-toimitilarakentaminen>

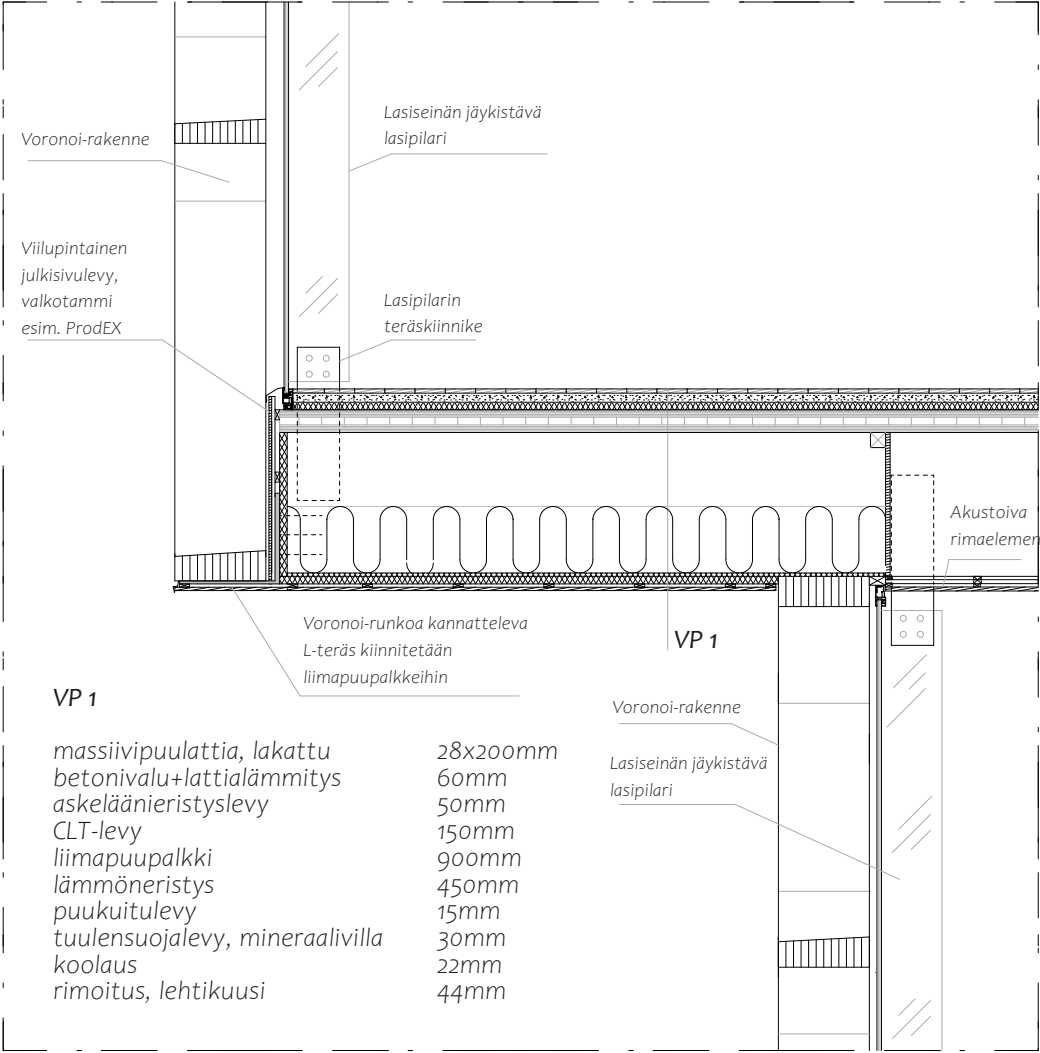
3.10 Detaljit



US 1

Voronoi-runkorakenne	600x300mm
puurimoitus, lehtikuusi, palosuojamaalaus, luonnonväri	44x44mm k70
havuvaneri, palosuojamaalaus, luonnonväri	15mm
ristiinkoolaus	22+22mm
tuulensuojalevy, mineraalivilla	25mm
lämmöneriste, mineraalivilla	150mm
höyrynsulku	0,2mm
kuitukipsilevy viilupinnoitteella, valkotammi, kuultokäsitelty	8mm

DET 1  
Seinän umpiosan vaakaleikkaus  
1:25



DET 2  
Väliopohjan liitosdetalji  
1:50





Puisto Areena iltavalaistuksessa Kuusiluodonkadulta etelään

## Lopuksi

Diplomityön tekeminen on ollut valtavan antoisaa ja opettavaista, mutta toisaalta myös äärimmäisen vaativaa ja henkisesti kuormittavaa. Projektin jälkeen koen kuitenkin olevani paljon ammattitaitoisempi ja valmiimpi työelämän haasteisiin kuin ennen työn aloittamista. Tilaohjelman laatiminen tyhjältä pöydältä oli mielenkiintoinen kokemus, ja olen varsin tyytyväinen toimivaan lopputulokseen, vaikka tilaohjelman monipuolisuus aiheuttikin monia haasteita suunnitteluun. Kokonaisuudessaan työni vastaa mielestäni hyvin tavoitteisiin, jotka asetin projektille sen alkuvaiheessa. Tutustuminen algoritmiavusteiseen suunnitteluun herätti mielenkiinnon jatkaa aiheeseen syventymistä, ja uskon vahvasti, että tulen käyttämään algoritmisia suunnittelumenetelmiä jossain muodossa myös tulevaisuudessa. Lopuksi tahdon kiittää erityisesti työni pääohjaajaa Matti Sanaksenahoa mielenkiintoisista ja inspiroivista ohjaushetkistä sekä kaikkia muita henkilöitä, jotka ovat olleet avuksi ja tukena matkan varrella.



Valtteri Alakärppä



# Lähteet

## Painetut lähteet

Arponen, Eetu ym. **Generate - from algorithm to structure**. Oulun yliopisto, Oulu, 2009

Beorkrem, Cristopher. **Materia strategies in digital fabrication**. Routledge, New York, 2013

Niskala & Okkonen. **Uki Arkkitehdit: Huomisen tekijät**. IOStudio, Oulu, 2009

Siikanen, Unto. **Puurakentaminen**. Rakennustieto, Helsinki, 2008

Tanska, Tuulikki & Österlund, Toni. **Algoritmit puurakenteessa - menetelmät, mahdollisuudet ja tuotanto**. Oulun yliopisto, 2014

## Digitaaliset lähteet

Archdaily. (2012) *Gymnasium Régis Racine*  
https://www.archdaily.com/304603/gymnasium-regis-racine-atelier-darchitecture-alexandre-dreysse. Viitattu 11.10.2019

Archdaily. (2013) *Gammel Hellerup Gymnasium*  
URL https://www.archdaily.com/412908/gammel-hellerup-gymnasium-big. Viitattu 14.10.2019

ASB GlassFloor  
URL https://www.asbglassfloor.com/?lang=en. Viitattu 1.2.2020

Gerflor. *Taraflex-urheilulattiat*  
URL https://www.gerflor.fi/tuotesarja/taraflex-urheilulattiat.html. Viitattu 19.12.2019

Hartwall Arena, Tapahtumat  
URL https://hartwallarena.fi/fi/vierailijat/tapahtumat. Viitattu 21.1.2020

Jyväskylä. *Monitoimitalo*  
URL https://www.jyvaskyla.fi/toimipaikat/monitoimitalo. Viitattu 3.12.2019

MetsäWood Oy. *Kaarevat puurakenteet antavat muodon modernille urheilukeskukselle*  
URL http://www.multivu.com/players/uk/7875652-metsa-wood-urban-sports-centre-curves/docs/finnish-1791214059.pdf. Viitattu 11.10.2019

Oulun kaupunki. *Linnanmaan liikuntahalli*  
URL https://www.ouka.fi/oulu/liikunta-ja-ulkoilu/linnanmaan-liikuntahalli#. Viitattu 17.10.2019

Oulun kaupunki. *Urheilutalo*  
URL https://www.ouka.fi/oulu/liikunta-ja-ulkoilu/urheilutalo. Viitattu 26.10.2019

Oulun kaupunkistrategia 2020  
URL https://www.ouka.fi/c/document\_library/get\_file?uuid=3cd43780-be77-4bd9-9f09-96d93811cd9a&groupId=52058. Viitattu 22.01.2020

OULU, Tilakeskus, *Ouluhallin peruskorjaus ja laajennus, suunnittelukutsukilpailun kilpailuohjelma*, PDF, 2018  
https://www.google.com. Viitattu 19.11.2019

Lahdelma & Mahlamäki arkkitehdit, *Kastellin monitoimitalo*  
https://lma.fi/fi/projektit/kastelli-school-and-community-centre. Viitattu 25.10.2019

Puuinfo  
URL https://www.puuinfo.fi. Viitattu 18.11.2019

Puuinfo  
URL http://puuinfo.ee/files/pdf/WideSpanWoodSports.pdf. Viitattu 6.10.2019

Projektiuutiset (4 - 2017). *Hiukkavaaran monitoimitalo*.  
URL https://www.projektiuutiset.fi/hiukkavaaran-monitoimitalo. Viitattu 17.1.2020

Projektiuutiset (1 - 2017) Ounasrinteen monitoimitalo  
URL https://www.projektiuutiset.fi/ounasrinteen-monitoimitalo. Viitattu 17.1.2020

Puuinfo. *Metropol Parasol: Maailmanluokan puurakennesuunnittelun maamerkki*  
https://www.puuinfo.fi/tiedote/metropol-parasol-maailmanluokan-puurakennesuunnittelun-maamerkki. Viitattu 15.1.2020

Rakennustieto, *Puurakennuksen palotekninen suunnittelu*  
URL https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s659.pdf. Viitattu 16.01.2020

Salibandyliitto. *Lajiesittely*  
https://salibandy.fi/salibandy-info/lajiesittely/salibandyn-esittely. Viitattu 4.11.2019

Salibandyliitto. *Salibandyn olosuhdekriteerit*  
URL https://salibandy.fi/pelaaminen/olosuhteet/salibandyn-olosuhdekriteerit. Viitattu 19.12.2019

Turkulainen (19.8.2016) *Lattiatarkaisua pallotellaan nyt kh:ssa - Palloiluhalliin esitetään joustavaa parkettia*  
URL https://www.turkulainen.fi/artikkeli/424427-lattiatarkaisua-pallotellaan-nyt-khssa-palloiluhalliin-esitetaan-joustavaa Viitattu 19.12.2019

Visitcopenhagen. *Royal Arena*  
https://www.visitcopenhagen.com/kobenhavn/planlaeg-din-tur/royal-arena-gdk1087693. Viitattu 13.12.2019

VisitOulu. *Ouluhalli*  
https://visitoulu.fi/tuote/ouluhalli. Viitattu 17.10.2019

Yle. Sarjas, Johanna. *Pienen kylän mahtava monitoimitalo valmistui Rovaniemellä*. 8.8.2018  
URL https://yle.fi/uutiset/3-10340806 Viitattu 17.1.2018

YIT. *Kastellin monitoimitalo*  
URL https://www.yit.fi/projektit/kastellin-monitoimitalo Viitattu 25.10.2019

Kuvalähteet

Kuvien käyttöön on pyydetty lupa. Ellei kuvan tai kaavion lähdettä ole mainittu tekijänoikeudet kuuluvat työn tekijälle.

Kuva 1	<b>Sergio Grazia</b>
Kuva 2	<b>Sergio Grazia</b>
Kuva 3	<b>Sergio Grazia</b>
Kuva 4	<b>Clément Guillaume</b>
Kuva 5	<b>Clément Guillaume</b>
Kuva 6	<b>Clément Guillaume</b>
Kuva 7	<b>Rasmus Hjortshøj</b>
Kuva 8	<b>Rasmus Hjortshøj</b>
Kuva 9	<b>BIG.</b> <a href="http://static.dezeen.com/uploads/2013/06/dezeen_Gammel-Hellerup-Gymnasium-by-BIG_60_1000.gif">http://static.dezeen.com/uploads/2013/06/dezeen_Gammel-Hellerup-Gymnasium-by-BIG_60_1000.gif</a>
Kuva 10	<b>BIG.</b> <a href="http://static.dezeen.com/uploads/2013/06/dezeen_Gammel-Hellerup-Gymnasium-by-BIG_61_1000.gif">http://static.dezeen.com/uploads/2013/06/dezeen_Gammel-Hellerup-Gymnasium-by-BIG_61_1000.gif</a>
Kuva 11	<a href="https://fi.wikipedia.org/wiki/Linnanmaan_liikuntahalli#/media/Tiedosto:Virkakatu_1_Oulu_20190818_01.jpg">https://fi.wikipedia.org/wiki/Linnanmaan_liikuntahalli#/media/Tiedosto:Virkakatu_1_Oulu_20190818_01.jpg</a>
Kuva 12	<a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Ouluhalli_20140928.JPG">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Ouluhalli_20140928.JPG</a>
Kuva 13	<b>Kuvio.com</b>
Kuva 14	<b>Kuvio.com</b>
Kuva 15	<a href="https://fi.wikipedia.org/wiki/Oulun_urheilutalo#/media/Tiedosto:Traffic_Park_Oulu_2006_06_13.JPG">https://fi.wikipedia.org/wiki/Oulun_urheilutalo#/media/Tiedosto:Traffic_Park_Oulu_2006_06_13.JPG</a>
Kuva 16	<b>Adam Mork</b>
Kuva 17	<b>Adam Mork</b>
Kuva 18	<b>Adam Mork</b>
Kuva 19	<b>Adam Mork</b>
Kuva 20	<b>Lassi Karvonen</b>
Kuva 21	<b>Puuinfo</b>
Kuva 22	<a href="https://www.joensuuevents.fi/tapahtuma-alueet/joensuu-areena/">https://www.joensuuevents.fi/tapahtuma-alueet/joensuu-areena/</a>
Kuva 23	<a href="https://www.joensuuevents.fi/tapahtuma-alueet/joensuu-areena/">https://www.joensuuevents.fi/tapahtuma-alueet/joensuu-areena/</a>
Kuva 24	<a href="https://pxhere.com/en/photo/797209">https://pxhere.com/en/photo/797209</a>
Kuva 25	<a href="https://pxhere.com/en/photo/723400">https://pxhere.com/en/photo/723400</a>
Kuva 26	<b>Hirouyki Hirai</b> , Tanska, Tuulikki & Österlund, Toni. <i>Algoritmit puurakenteessa - menetelmät, mahdollisuudet ja tuotanto</i> , 2014, s.125
Kuva 27	<a href="http://www.ams.org/publicoutreach/feature-column/fcarc-voronoi">http://www.ams.org/publicoutreach/feature-column/fcarc-voronoi</a>
Kuva 28	<a href="https://www.istockphoto.com/fi/photo/cnc-milling-machine-woodwork-industry-tool-with-computer-numerical-control-gm1167742578-322150424">https://www.istockphoto.com/fi/photo/cnc-milling-machine-woodwork-industry-tool-with-computer-numerical-control-gm1167742578-322150424</a>
Kuva 29	<b>Valtteri Alakärppä</b>
Kuva 30	<b>Oulun karttapalvelut</b> , <a href="https://kartta.ouka.fi/ims">https://kartta.ouka.fi/ims</a>
Kuva 31	<b>Oulun karttapalvelut</b> , <a href="https://kartta.ouka.fi/ims">https://kartta.ouka.fi/ims</a>
Kuva 32	<b>Oulun karttapalvelut</b> , <a href="https://kartta.ouka.fi/ims">https://kartta.ouka.fi/ims</a>
Kuva 33	<b>Oulun karttapalvelut</b> , <a href="https://kartta.ouka.fi/ims">https://kartta.ouka.fi/ims</a>

Julkaisut

Eskolin, Juha. *Väitöskirja - Suurten puurakenteiden arkkitehtoniset ominaisuudet*. 2019  
URL <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/116431/978-952-03-1194-0.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

RT 09-10692 Esteetön liikkumis- ja toimintaympäristö

RT 98-11237 Pysäköintilaitokset

RT 97-11146 Sisäliikuntatilat. Liikuntasalit ja monitoimihallit